



TESIS DOCTORAL

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE SOLUCIONES DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA EN
MONASTERIOS BIEN DE INTERÉS CULTURAL

María Jesús López Zambrano



Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Edificación

**Sistema de evaluación de soluciones
de rehabilitación energética en
monasterios Bien de Interés Cultural**

TESIS DOCTORAL

Programa de doctorado: Tecnología de la
construcción: Investigación, desarrollo e
innovación.

Autora

María Jesús López Zambrano

Directores

José María Calama Rodríguez y

Jacinto Canivell García de Paredes

Sevilla, 2017



SISTEMA DE EVALUACIÓN DE SOLUCIONES DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA EN MONASTERIOS BIEN DE INTERÉS CULTURAL

María Jesús López Zambrano

TESIS DOCTORAL

Directores:

Dr. José María Calama Rodríguez

Dr. Jacinto Canivell García de Paredes

Programa de doctorado: Tecnología de la construcción: Investigación, desarrollo e
innovación

Departamento de Construcciones Arquitectónicas II

Universidad de Sevilla 2017



A David y a Roque.

Agradecimientos

En estas líneas quiero expresar mi agradecimiento a todos aquellos que han hecho posible la realización de este trabajo:

A José María y a Jacinto, por su tiempo y sus críticas constructivas que han ayudado a mejorar mi trabajo y sobre todo por confiar en mí y darme la oportunidad de que esta tesis vea la luz a pesar de todas las dificultades.

A mis padres, por estar ahí, animándome a seguir adelante y perseguir mis sueños.

A Roque, por ponérmelo fácil y enseñarme a optimizar el tiempo.

Y sobre todo a David, por apoyarme siempre y soportarme en todos los sentidos, esto no hubiera sido posible sin ti.

En definitiva a todos aquellos que de una forma o de otra me han ayudado, dándome información, enseñándome un monasterio, dándome un consejo, etc. Sois tantos que no me atrevo a dejar a nadie sin nombrar.

Resumen

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE SOLUCIONES DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA EN MONASTERIOS BIEN DE INTERÉS CULTURAL.

Esta investigación responde a la necesidad de disponer de un mayor conocimiento e información técnica acerca de cómo se puede intervenir sobre los elementos constructivos que integran los monasterios, así como de las diferentes soluciones que ofrece la tecnología actual para mejorar el comportamiento energético de los mismos. El ámbito del análisis son los monasterios incluidos en el catálogo de Bienes de Interés Cultural (B.I.C.) del Estado Español, sobre los cuales no existe normativa específica en el campo de la sostenibilidad, especialmente, en uno de sus principales ejes como es el de la eficiencia energética. Lo que pretendemos es generar una herramienta que ayude a la toma de decisiones en relación a una intervención en un edificio protegido; ya que los dos aspectos que se suelen tener más en cuenta en edificios no protegidos, como puede ser rentabilidad económica y mejora de la eficiencia energética, no son suficientes en el caso de edificios B.I.C.

Para su desarrollo, la investigación se divide en tres partes:

En la primera parte se analizará el marco normativo de aplicación así como experiencias anteriores y sus mejoras energéticas. Posteriormente, se realizará un acercamiento al estado actual de los monasterios, abadías y conventos catalogados como Bien de Interés Cultural. Consideramos de interés este estudio ya que hemos localizado más de 500 edificios incluidos en el Plan Nacional de Abadías, Conventos y Monasterios elaborado por el Instituto de Patrimonio Cultural Español. Por ello, consideramos que es preceptivo para el estudio disponer de una base de datos que incluya: localización, estado de conservación, orden fundacional, orden actual, usos, tipos de muros, cubiertas, habitabilidad, página web, etc., para poder tener una visión general sobre los usos y necesidades actuales.

Posteriormente, concretaremos algunos conceptos que consideramos importantes para delimitar el ámbito de actuación de esta tesis, como la diferencia entre monasterio, abadía y convento, partes del monasterio y tipos de monasterios según las órdenes.

La segunda parte de la tesis corresponde al desarrollo del sistema de evaluación. Para ello analizaremos cuáles son los elementos constructivos característicos de los monasterios, su comportamiento térmico, soluciones de rehabilitación energéticas

existentes en el mercado y requisitos necesarios para cumplir con la catalogación del edificio.

Con los datos obtenidos podremos diseñar el sistema de evaluación, definiendo cuáles serán los indicadores y sus escalas de valoración. En este apartado incorporaremos nuestra propuesta de indicadores que ayuden a valorar las medidas de mejora desde tres puntos de vista: cumplimiento de los requisitos de la catalogación, rehabilitación de los sistemas constructivos y rehabilitación energética.

Como parte final procederemos a comprobar si es válido para ayudarnos a valorar las soluciones de rehabilitación energética propuestas de cara a una posible intervención en dichos edificios. Para tal fin, utilizaremos dos métodos:

- El primero será comprobar el sistema de evaluación mediante un banco de pruebas con los tres monasterios elegidos como ejemplo: Santa María de la Vid en Burgos, Santa María la Real en Aguilar de Campoo y Santa María de Retuerta en Valladolid. Estos tres monasterios se han elegido porque además de ser B.I.C., son edificios con usos diferentes que responden a los más comunes dentro de los edificios que componen la Base de Datos desarrollada. Santa María la Real en la actualidad acoge un Instituto de Educación Secundaria, la Escuela de Idiomas, la UNED, así como las sedes de la Fundación Santa María la Real-Centro de Estudios del Románico y del Museo ROM: Románico y Territorio. Santa María de la Vid sigue teniendo la función de albergar a una orden religiosa y además es hospedería, con lo que tiene un uso parecido al originario. Y por último, Santa María de Retuerta se ha convertido en un hotel de cinco estrellas, por lo que podremos ver el uso hotelero y además cómo se ha llevado a cabo la transformación de un monasterio a un edificio con gran demanda de confort.
- El segundo será validarlo mediante la evaluación de soluciones en una intervención real realizada en un monasterio diferente, en este caso el Monasterio de El Escorial.

ÍNDICE

Capítulo 1. Introducción.	17
1.1. Introducción.	17
1.2. Dificultades para mejorar la eficiencia energética en edificios protegidos.	18
1.3. Justificación del tema y motivación de la investigación.	20
Capítulo 2. Objetivos y metodología.	23
2.1. Objetivos.	23
2.2. Hipótesis de partida.	24
2.3. Metodología.	27
PARTE 1: ESTADO DEL ARTE	27
Capítulo 3. Marco normativo.	29
3.1. Introducción.	29
3.2. Definición de Patrimonio. Clases y catalogación.	29
3.3. Marco normativo español en edificios protegidos.	31
3.4. Proceso de catalogación.	32
3.5. Marco normativo en materia de eficiencia energética.	33
Capítulo 4. Experiencias anteriores.	37
4.1. Introducción.	37
4.2. Experiencias anteriores.	38
4.2.1. Guías de buenas prácticas y catálogos de soluciones.	38
4.2.2. Tesis doctorales.	40
4.2.3. Proyectos de investigación.	41
4.2.4. Intervenciones en Bienes de Interés Cultural.	43
4.3. Conclusiones sobre el marco teórico.	47
Capítulo 5. Definición de la tipología constructiva.	47
5.1. Introducción.	47
5.2. Concepto arquitectónico y funcional de un monasterio.	47
5.3. Las partes del monasterio.	48
5.4. Tipos de monasterios según las órdenes.	52
5.4.1. Órdenes religiosas.	52
5.4.2. Órdenes religiosas en España en la Edad Media.	55

Capítulo 6. Base de datos de las abadías, monasterios, y conventos B.I.C.	83
6.1. Introducción.	83
6.2. Número de Monasterios.	87
6.3. Situación geográfica.	87
6.4. Órdenes fundacionales.	88
6.5. Órdenes actuales.	70
6.6. Usos Actuales.	71
6.7. Conservación y Habitabilidad.	72
6.8. Conclusiones.	73
 PARTE 2 : DISEÑO DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN	 75
 Capítulo 7. Elementos constructivos característicos.	 77
7.1. Introducción.	77
7.2. Los muros.	77
7.2.1. Muros de piedra.	79
7.2.2. Muros de arcilla.	80
7.2.3. Muros de ladrillo aplanillado.	80
7.2.4. Fábricas Mixtas.	80
7.2.5. Los morteros.	82
7.3. Las Cubiertas.	82
7.3.1. Carpintería de armar.	83
7.3.2. Materiales de cubrición.	83
7.4. Los suelos.	84
7.5. Los huecos.	85
7.6. El claustro.	86
7.7. Resumen de los elementos característicos.	87
 Capítulo 8. Comportamiento térmico de los monasterios.	 89
8.1. Introducción.	89
8.2. Fundamentos teóricos.	89
8.3. Estrategias bioclimáticas utilizadas en la construcción de monasterios.	93
8.4. Comportamiento térmico de los muros.	94
8.5. Comportamiento térmico de los huecos.	95
8.6. Comportamiento térmico de la cubierta.	96
8.7. Comportamiento térmico de los suelos.	99
8.8. Comportamiento térmico del claustro.	98

8.9.	Cumplimiento de los requisitos del CTE.	99
8.10.	Parámetros característicos de la envolvente térmica.	101
8.11.	Situación actual de los elementos constructivos de los monasterios con respecto al cumplimiento del CTE.	104
Capítulo 9. Requisitos a cumplir según la catalogación del edificio.		109
9.1.	Introducción.	109
9.2.	Requisitos a cumplir según la catalogación del edificio.	108
9.3.	Estudio de los CASOS.	110
Capítulo 10. Soluciones de rehabilitación energética en edificios protegidos.		115
10.1.	Soluciones de rehabilitación energética. Situación actual.	115
10.2.	Tipos de aislantes.	118
10.3.	Clasificación de las soluciones de rehabilitación energética.	122
10.3.1.	Muros.	122
10.3.2.	Cubiertas.	135
10.3.3.	Huecos.	140
10.3.4.	Suelos.	144
10.3.5.	Claustro.	147
Capítulo 11. Sistema de evaluación de soluciones de rehabilitación energética		151
11.1.	Definición de conceptos.	151
11.2.	Bases del sistema de evaluación.	152
11.3.	Indicadores.	157
11.3.1.	Indicadores relacionados con el cumplimiento de la calificación patrimonial del edificio.	157
11.3.2.	Indicadores relacionados con la rehabilitación de los sistemas constructivos.	160
11.3.3.	Indicadores relacionados con la rehabilitación energética.	160
11.3.4.	Resumen de indicadores y codificación.	164
11.4.	Escalas de valoración.	164
11.4.1.	Criterios asignados a los diferentes niveles de las escalas de valoración.	166
11.5.	Toma de decisiones.	177
11.6.	Metodología de evaluación.	180
11.7.	Representación gráfica de los resultados.	183
11.7.1.	Representación gráfica de los indicadores CAT.	183
11.7.2.	Representación gráfica de los indicadores REH y ENE.	186

11.8. Desarrollo de herramienta informática.	187
PARTE 3: VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN	189
Capítulo 12. Banco de pruebas del Sistema de Evaluación.	191
12.1. Introducción.	191
12.2. Metodología.	193
12.3. Descripción de los monasterios.	194
12.4. Definición de los elementos constructivos a intervenir.	194
12.4.1. Elementos del Monasterio de Retuerta.	194
12.4.2. Elementos del monasterio de la Vid.	197
12.4.3. Elementos del monasterio de Santa María la Real.	199
12.5. Soluciones de rehabilitación energética seleccionadas.	202
12.5.1. Solución 1: Aislar por el interior trasdosado autoportante.	202
12.5.2. Solución 2: Cambio de ventanas.	204
12.5.3. Solución 3: suelo técnico.	205
12.5.4. Solución 4: Aislante sobre forjado de bajocubierta desde el interior.	207
12.5.5. Solución 5: Sistema de aislamiento por el exterior de la cubierta.	209
12.6. Predicción de resultados.	210
12.7. Aplicación del Sistema de Evaluación.	211
12.8. Análisis de resultados.	212
12.9. Conclusiones.	214
Capítulo 13. Validación del Sistema de Evaluación.	217
13.1. Introducción.	217
13.2. Datos de partida.	218
13.3. Definición constructiva.	219
13.4. Catalogación.	221
13.5. Descripción de las soluciones de rehabilitación propuestas.	224
13.5.1. Solución para cubierta.	225
13.5.2. Solución para carpinterías.	226
13.6. Aplicación del sistema de evaluación.	226
13.6.1. Evaluación de la solución para cubierta.	226
13.6.2. Evaluación de la solución para las carpinterías.	230
13.7. Análisis de resultados y conclusión.	233
Capítulo 14. Conclusiones y futuras vías de investigación.	235
Capítulo 15. Bibliografía.	241
15.1. Bibliografía.	241

15.2. Webgrafía.	245
15.3. Referencias legislativas.	246
ANEXOS	249
Anexo 1. Recopilación de leyes autonómicas en protección del Patrimonio.	251
1.1. Recopilación de leyes autonómicas.	251
1.2. Recopilación de extractos de leyes autonómicas sobre criterios de intervención.	252
Anexo 2. Evolución histórica de los monasterios.	269
2.1. Evolución histórica de los monasterios en España.	269
Anexo 3. Arquitectura premostratense.	285
3.1. La orden premonstratense.	285
3.2. La orden premostratense en España.	286
3.3. Arquitectura mostense en España.	286
3.4. Características de arquitectura mostense en España.	290
3.4.1. Distribución en Planta.	290
3.4.2. La iglesia.	293
3.4.3. El claustro.	296
Anexo 4. Cálculo de las transmitancias de los elementos característicos.	299
Anexo 5. Catalogación de los edificios ejemplo.	303
5.1. Catalogación del monasterio de la Vid.	303
5.1.1. Informe de zonas a proteger.	306
5.2. Catalogación de Santa María la Real de Aguilar de Campoo.	309
5.2.1. Informe de zonas a proteger.	314
5.3. Catalogación de santa maría de retuerta.	318
Anexo 6. Descripción de los Monasterios ejemplo.	319
6.1. Introducción.	319
6.2. Monasterio de Santa María de Retuerta.	319
6.3. Monasterio de Santa María de la Vid.	327
6.4. Monasterio de Santa María la Real de Aguilar de Campoo.	335
Anexo 7. Simulaciones en el banco de pruebas.	343
7.1. Elemento Muro. Monasterio 1. Solución 1.	343
7.2. Elemento Muro. Monasterio 2. Solución 1.	344

7.3.	Elemento Muro. Monasterio 3. Solución 1.	344
7.4.	Elemento Hueco. Monasterio 1. Solución 2.	345
7.5.	Elemento Hueco. Monasterio 2. Solución 2.	346
7.6.	Elemento Hueco. Monasterio 3. Solución 2.	346
7.9.	Elemento Suelo. Monasterio 3. Solución 3.	349
7.10.	Elemento Cubierta. Monasterio 1. Solución 4.	350
7.12.	Elemento Cubierta. Monasterio 3. Solución 4.	352
7.14.	Elementos Cubierta. Monasterio 2. Solución 5.	353
7.16.	Comparativa Solución 4 y 5. Elemento Cubierta. Monasterio 3.	355
Índice de tablas e ilustraciones.		356
Índice de tablas.		356
Índice de ilustraciones.		360

Capítulo 1. Introducción

1.1. Introducción.

Si analizamos la situación energética actual, según datos de la Agencia Internacional de la Energía (Ilustración 1.1-1), más del 80 por ciento de la energía que consumimos proviene de combustibles fósiles.

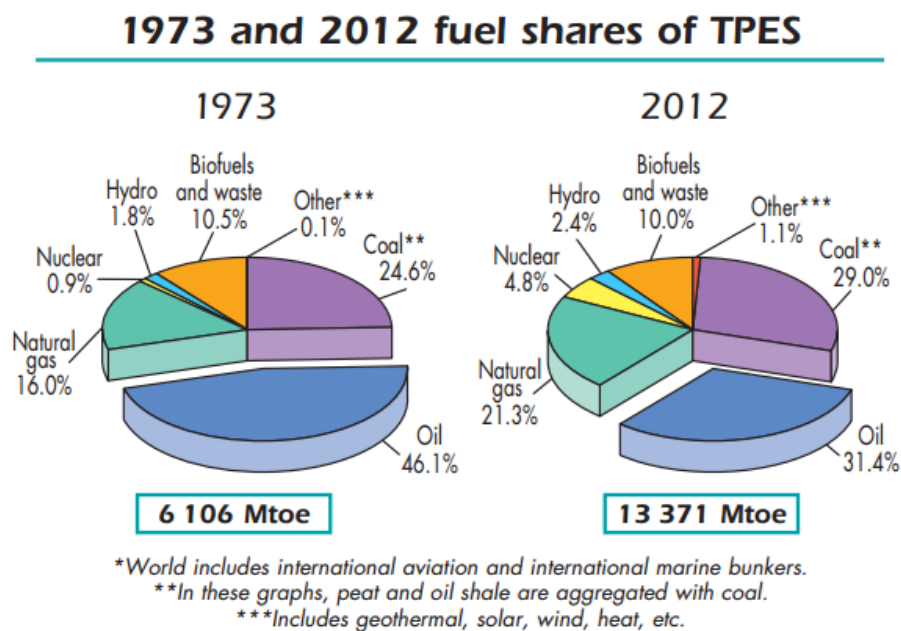


Ilustración 1.1-1 Distribución del consumo primario mundial por tipos de combustible en 1973 y 2012. Fuente: IEA((IEA) 2014)

Esto supone un grave problema por tres cuestiones fundamentales:

- La primera es, que son fuentes agotables, por lo que en un futuro no existirán o se encontrarán en cantidades muy limitadas por lo que no podrán satisfacer la demanda.
- La segunda, es consecuencia de la primera, si hay poca cantidad y mucha demanda los precios se dispararán, por lo que cada vez será una energía más cara.
- Y la tercera y no menos importante, el uso de estas energías conlleva unas altas emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero, por lo que son altamente perjudiciales para el medio ambiente.

Fruto de esta problemática y con el fin de encontrar soluciones, muchos países han acordado reducir sus emisiones en los próximos años e impulsar el uso de energías alternativas para conseguir no depender de los combustibles fósiles. Dentro de estas iniciativas se encuentra el Protocolo de Kioto, el único problema es que algunos de los países más contaminantes, no ha ratificado el tratado, con lo que la buena disposición de los demás, no bastará para solucionar el problema. Además debemos ser conscientes de que si el consumo de energía equivale a industrialización, mucho de los países no renunciarán a un crecimiento de su economía a cambio de un descenso de emisiones.

Si nos centramos en la Unión Europea, vemos que este binomio consumo-emisiones, responde a que más del 76% de la energía que consume proviene de fuentes de energías no renovables. En el caso de España, observamos una dependencia de más del 79 por ciento de la energía de fuentes fósiles. Por lo tanto, datos muy parecidos a la media de la Unión Europea.

El 40 por ciento de la energía que se consume en la Unión Europea es para abastecer el consumo de los edificios, por lo que supone un sector importante en que promover el ahorro.

Para resolver el problema energético actual y futuro al que nos enfrentamos, las soluciones que se plantean son cambiar el modelo energético para impulsar el uso de energías renovables y reducir el consumo de energía, mejorando la eficiencia energética y evitando derroches innecesarios.

Derivada de esta reflexión, en 2002 la Unión Europea redacta la Decisión 2002/358/CE, donde se aprueba el Protocolo de Kioto y el cumplimiento conjunto de los compromisos contraídos por los Estados miembros. Fruto de este compromiso de la Unión Europea, emanan varias Directivas, cuyo objetivo es establecer un marco común para todos los países miembros y además, garantizar que se cumplan los objetivos marcados de manera individual, mediante la posterior transposición a la normativa de cada país.

En el caso de España, se publica en Real Decreto 235/2013 (Ministerio de la Presidencia 2013), de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. Que significa un paso importante para fomentar la eficiencia energética en los edificios incluyendo los ya existentes. Pero dentro de su ámbito de actuación se excluyen los Edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, cuando el cumplimiento de tales exigencias pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto.

Actualmente existen 9.730.999 de edificios en España de los que 793.401 son anteriores a 1900 y 366.416 antes de 1920 (según datos del INE). Según la base de datos de Bienes Inmuebles del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte existen 16.146 bienes inmuebles declarados de Interés. Hay que tener en cuenta que a nivel local y provincial existen más edificios que tienen algún grado de protección y también posteriores a 1920.

Pueden parecer pocos en relación al número total de edificios en España, pero hay que añadir ciertos factores importantes que a veces no se tienen en cuenta. En la actualidad, muchos de los centros de nuestras ciudades europeas están compuestos

por edificios históricos y además suponen una parte esencial en la vida y la economía de los ciudadanos. Muchos de ellos son museos, oficinas, residencias, colegios, hospitales, viviendas y tienen las mismas necesidades o incluso mayores de mejorar su rendimiento energético. Sólo desde el punto de vista turístico suponen un reclamo muy importante tanto a nivel europeo como en España. Este reclamo turístico supone un aporte económico muy importante para estos países. Sin duda, es importante actuar en estos edificios, pero no a cualquier precio o de cualquier manera. Una mala intervención podría ser irreversible, por lo que requiere un estudio concienzudo y meticuloso, que combine el conocimiento de medidas novedosas en materia de eficiencia energética y el conocimiento técnico, sensibilidad y respeto profundo por el Patrimonio para poder hallar las soluciones más adecuadas sin afectar a los elementos protegidos.

Esta excesiva protección y la complejidad de actuación en estos inmuebles, ayudado por la falta de obligatoriedad en el corpus normativo, hace que no se plantee o se evite la rehabilitación energética de muchos de estos edificios. Esto está provocando que muchos centros históricos se estén abandonando, y es mucho más preocupante en edificios aislados como es el caso de los monasterios. Muchos de estos edificios se proyectaron para condiciones y estilos de vida muy diferentes a los actuales. Por lo que la dificultad por parte de usuarios y propietarios a adaptarlos a las comodidades y necesidades actuales, provoca que se decanten por elegir edificios de nueva construcción o no protegidos. Esto desemboca en muchos casos en dejar que el edificio "muera", para después vender el solar y construir un edificio nuevo en pleno centro, lo que conlleva la pérdida de centros históricos casi en su totalidad. Si el patrimonio no es sostenible en todos los sentidos, se acaba perdiendo. Por lo tanto, muchos edificios históricos permanecen al margen de la mejora de la eficiencia energética, cuando de algún modo podría suponer su salvación. En ocasiones cuando el edificio se encuentra aislado, como es el caso de los monasterios, la situación es incluso más dramática, porque hay que hacer grandes inversiones para rentabilizar el uso de estos edificios.

Fruto de esta problemática, se publicó en prensa un artículo llamado: ¿Cómo implantar medidas de eficiencia en los edificios históricos? (Bueno 2014), en el que se entrevistaba a Ana Yáñez, la presidenta de la Fundación de Casas Históricas y Singulares. Dicha fundación está formada por propietarios de este tipo de inmuebles. Algunos de los problemas que destacaban eran los elevados costes energéticos a los que tienen que enfrentarse los propietarios de este tipo de inmuebles, dificultad que se suma a la ya de por sí costosa labor de conservación de su patrimonio. Para Yáñez, el principal escollo, cuando se trata de edificios protegidos "es preservar sus valores culturales con las intervenciones que pretenden mejorar la calidad de vida de las personas que habitan o trabajan en ellos". "Se trata", insiste, "de actuaciones complejas que requieren de un conocimiento experto tanto en arquitectura histórica como en rehabilitación energética".

De hecho es una problemática que empieza a tomar interés, como se recogía en el pasado International Conference Energy Efficiency in Historic Building (López, M.; Yáñez, A.; Gomes da Costa, S.; Avellá 2014) que tuvo lugar en Madrid en Septiembre de 2014 y se están planteando debates sobre el tema en revistas como en la Revista PH en su número 88 (López-Zambrano 2015) de octubre de 2015.

1.2. Dificultades para mejorar la eficiencia energética en edificios protegidos.

Existen diferentes factores que dificultan la aplicación de medidas para la mejora de la eficiencia energética en los edificios que tienen protección por su carácter patrimonial.

Uno muy importante es que este tipo de edificios, en el caso de España, se rigen por la ley de Patrimonio Histórico Español. Esto significa que, para realizar cualquier tipo de actuación se debe seguir un proceso diferente al que se seguiría con un edificio no protegido (Ilustración 1.2-1), puesto que es preceptivo informar de dichas actuaciones al organismo encargado de su protección y esperar su autorización.

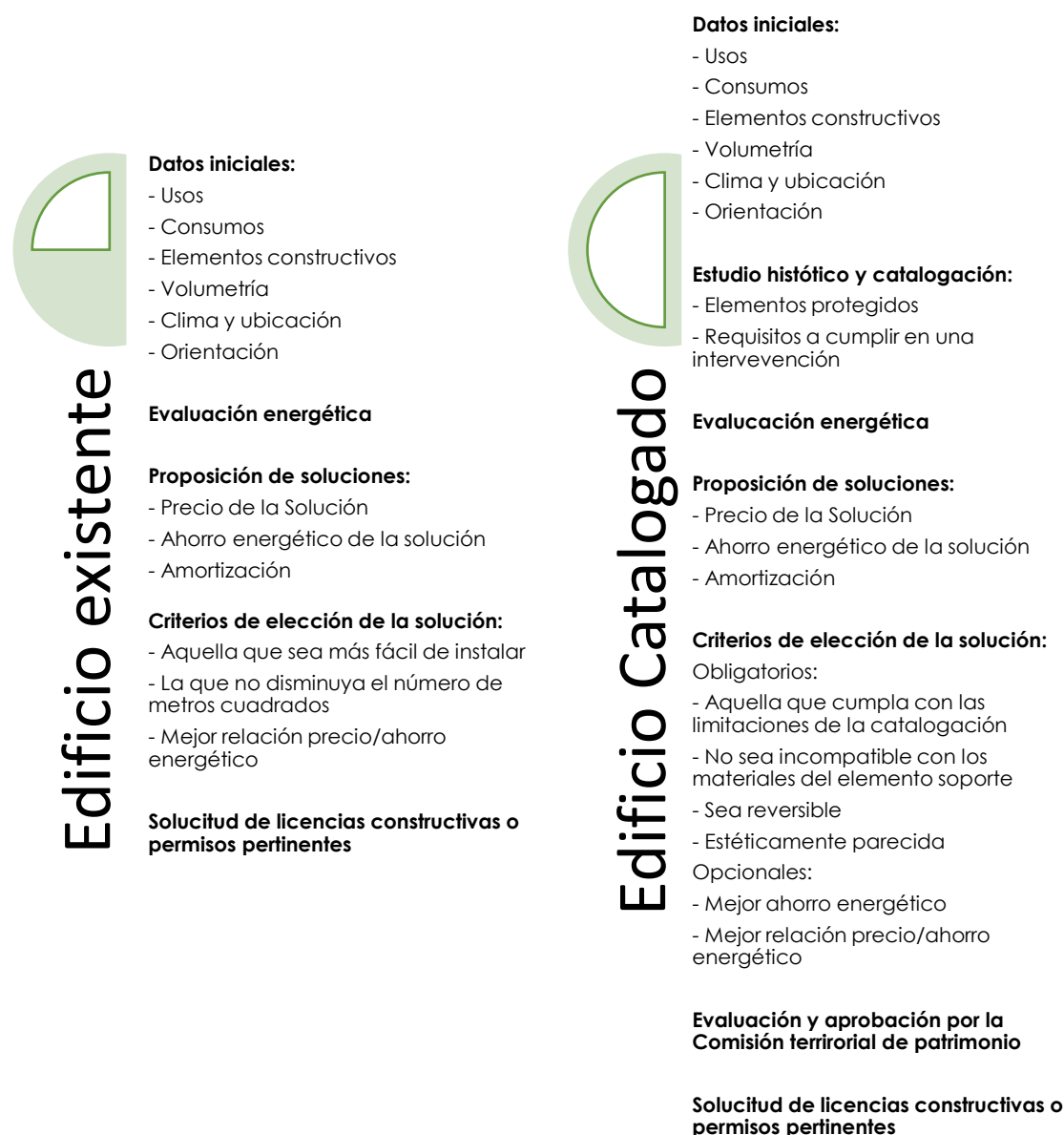


Ilustración 1.2-1. Comparativa del proceso de rehabilitación energética entre un edificio existente y uno catalogado.
Fuente: Elaboración propia.

Además, otro problema con el que nos encontramos, es que a este tipo de edificios es muy difícil aplicarles la normativa de eficiencia energética, ya que los procedimientos actuales y las guías que existen para realizar certificaciones energéticas, auditorías o catálogos de soluciones de rehabilitación energética, recogen exclusivamente los datos necesarios para hacer posteriormente los cálculos o simulaciones en herramientas informáticas. Pero tanto en estas herramientas informáticas, como en las guías y catálogos de soluciones, no se tienen en cuenta los límites de actuación marcados por las catalogaciones de los edificios protegidos, de forma que podríamos obtener una calificación energética, pero posiblemente las soluciones propuestas más rentables serían incompatibles con las características por las cuales ha sido declarado B.I.C.

Esto es así porque cuando se quiere mejorar la eficiencia energética de un edificio, el procedimiento que se lleva a cabo es; en primer lugar, realizar una evaluación energética del edificio para saber cómo se comporta y dónde se puede actuar para mejorar sus condiciones energéticas; y el siguiente paso, es evaluar posibles soluciones que sean compatibles y calcular el ahorro energético teórico que se obtiene.

Con los edificios históricos o protegidos podría utilizarse este mismo procedimiento, pero faltarían dos elementos importantes a considerar: el primero es un análisis histórico y de las cualidades de su protección patrimonial, como paso previo que nos ayude a diseñar unas soluciones válidas y adecuadas para el edificio. Y, por otro lado, un estudio exhaustivo de las soluciones para la mejora que permita que la intervención pase el filtro de la Comisión Territorial de Patrimonio correspondiente que debe aprobar dichas medidas.

A la hora de utilizar las herramientas informáticas estándar existentes para realizar la certificación energética, también existen dificultades. Por ejemplo:

- Si se usan los Programas CE3X o CE3:

Podemos calcular su demanda, emisiones, aplicar soluciones y calcular cuánto ahorramos incluso la amortización. Sin embargo, al aplicar esta herramienta en un edificio protegido, no existe ningún apartado en el que se pueda incluir o indicar si hay alguna zona o elemento protegido en el edificio. Los resultados que da el programa son globales, arroja datos de fachada completa o huecos, pero no permite comprobar si hay habitaciones o zonas más desfavorables que otras. Si se aplica una solución, el programa la calcula de forma global para todo el edificio, no pudiendo discriminar por fachadas o cambiar un número determinado de ventanas. Lo que es incompatible, en la mayor parte de los casos, con los requisitos de protección patrimonial.

- El Programa Design Builder:

Este programa está diseñado para calcular muchísimos datos, que nos permiten saber exactamente qué zonas son más desfavorables desde el punto de vista energético y, en consecuencia se pueden aplicar las soluciones en las zonas que más interesen.

El problema vuelve a ser el mismo que con los programas anteriores, no se puede plantear el dejar de lado una zona protegida.

Como vemos, las herramientas informáticas existentes para el análisis de la eficiencia energética de los edificios, son válidas para realizar evaluaciones globales, pero el

problema es que es necesario saber en qué zonas se puede o no se puede actuar y en qué grado, para poder diseñar soluciones que garanticen la preservación del carácter, valores e integridad histórica del edificio.

Otro tema a destacar, es que el empleo de soluciones constructivas válidas para este tipo de edificios, no suelen ser estándar, en muchas ocasiones hay que adaptar soluciones tradicionales y en otras, implementar soluciones novedosas compatibles con las técnicas de construcción tradicional y que suelen ser poco conocidas en el mercado.

Por todo esto, creemos que es importante realizar un sistema de evaluación de soluciones de rehabilitación energética adaptado a este tipo de edificios que ayude a incorporar de manera correcta medidas para mejorar de la eficiencia energética en edificios protegidos.

1.3. Justificación del tema y motivación de la investigación.

Como ya hemos comentado actualmente la mejora de la eficiencia energética en edificios protegidos, comienza a ser un tema que provoca interés. De hecho, existen grupos de investigación y proyectos europeos que están abordando este tema desde diferentes perspectivas. Uno de estos proyectos es RENERPATH: Metodología de rehabilitación energética de edificios patrimoniales. En el que se desarrolló una metodología que posteriormente se aplicó en dos edificios protegidos, uno en Ciudad Rodrigo y otro en Portugal. Otros proyectos importantes en la UE sobre eficiencia energética y Patrimonio Cultural, como: EFFESUS (Effesus 2012) (enfocado a distritos urbanos, no a edificios) y 3ENCULT (EURAC research 2013) (centrado en la reducción de la demanda energética y la mejora de la habitabilidad en edificios históricos). En general se están desarrollando muchas actuaciones aplicándolas a casos particulares.

Se está investigando mucho sobre la metodología de intervención, soluciones específicas, incorporación de herramientas informáticas para su seguimiento con GIS o BIM, incluso desarrollo de sensores específicos de medición de condiciones ambientales. Pero detectamos que al tratar los edificios protegidos como casos al margen de la normativa, esto hacía que muchas de las herramientas y guías habituales se diseñen sin incluirlos. Reflexionando sobre el tema, lo ideal sería que pudiéramos incluir los edificios catalogados en las metodologías y herramientas actuales, pero como ya comentamos en el apartado anterior, existen diferencias importantes entre ambos tipos de edificios. En el caso de la incorporación de soluciones, son principalmente diferencias en el criterio de elección. Pero si pudiéramos incorporar en un paso previo los requisitos a cumplir, sólo nos quedarían las soluciones posibles a utilizar y de esta manera el criterio de elección no distaría tanto con el de los edificios existentes.

Por esta razón surge esta investigación, en la que se pretende generar unos criterios y una forma de evaluación que en un futuro se pudiera combinar con las herramientas actuales para calificación o evaluación existentes, y que pudieran ser tenidos en cuenta en una futura catalogación energética de edificios protegidos. *(Actualización: concretamente en junio de 2017, un poco antes de la entrega de esta tesis se ha*

procedido a modificar la normativa en materia de eficiencia energética (Ministerio de la Presidencia y para las administraciones territoriales 2017) y ya no quedan excluidos de su cumplimiento los edificios protegidos, por lo que queda patente que existe una necesidad e interés por este tipo de edificios y es primordial ofrecer herramientas que ayuden a poder realizar dicha certificación de una forma respetuosa con la catalogación de dichos edificios).

Cómo el espectro de edificios protegidos en España es muy amplio y diverso, decidimos decantarnos por una tipología concreta para realizar este primer acercamiento. Aprovechando la labor realizada por el Instituto de Patrimonio Cultural Español (IPCE 2011) en sus planes nacionales, eligiendo la tipología del monasterio, por ser una tipología versátil, muy extendida y con una fisonomía y características constructivas muy reconocibles. Además, por motivaciones personales; ya que uno de los edificios que se recogen en este trabajo, fue el que después de varias charlas con sus habitantes, nos hizo entender y conocer de primera mano, los problemas de los propietarios de este tipo de inmuebles para poder vivir en unas condiciones de confort aceptables, y de la poca información y apoyo que en muchas ocasiones reciben.

Somos conscientes de que existen muchos más monasterios en España susceptibles de ser rehabilitados energéticamente que los que se recogen en esta tesis, pero nos decidimos por los B.I.C. porque entendemos que si para edificios muy protegidos el sistema de evaluación cumple con las expectativas, para edificios menos protegidos lo hará también.

Capítulo 2. Objetivos y metodología

2.1. Objetivos.

Nuestro principal objetivo en esta tesis será: proponer un sistema de valoración de soluciones de rehabilitación energética de la envolvente para aplicarlo a la tipología constructiva del monasterio catalogado como Bien de Interés Cultural, que no se fundamente exclusivamente en el aspecto económico y el energético, sino que también incluya los indicadores necesarios para respetar la protección del edificio. En este aspecto, la idea es diseñar una herramienta simplificada para evaluar pros y contras en la toma de decisiones con respecto a la aplicación de soluciones de eficiencia energética en monasterios que respeten su condición de B.I.C.

Como objetivos secundarios para alcanzar el principal tendremos que:

1. Conocer las restricciones existentes que afectan a las intervenciones en materia de rehabilitación energética en monasterios que además son Bien de Interés Cultural mediante el estudio del marco normativo de aplicación.
2. Analizar el estado actual de la cuestión mediante el estudio de otras experiencias anteriores que nos ayuden a establecer las bases de la investigación.
3. Definir la tipología constructiva elegida.
4. Establecer el alcance de la investigación mediante la elaboración de una base de datos que recoja todos los monasterios B.I.C así como los datos más relevantes para su uso en esta investigación.
5. Analizar los elementos constructivos característicos de los monasterios.
6. Conocer el comportamiento térmico de los monasterios.
7. Clasificar los requisitos a cumplir según la catalogación del edificio.
8. Reseñar las soluciones técnicas para la rehabilitación energética de la envolvente y su posible uso en los monasterios.
9. Validar el sistema de evaluación mediante su aplicación en edificios ejemplo.

Por último, hemos establecido unos objetivos específicos que tendrá que cumplir el sistema de evaluación y que nos permitirá comprobar si hemos cumplido nuestro objetivo final o no al finalizar nuestra investigación. A continuación los detallamos:

1. Debe recoger los elementos constructivos que hemos definido para la tipología constructiva de monasterios: muros, cubiertas, suelos, fachadas; así como el tratamiento del espacio del claustro.
2. Debe incluir indicadores que tengan que ver con los requisitos de la catalogación del edificio.

3. Debe ser posible evaluar cualquier tipo de solución relacionada con la envolvente.
4. Debe ser una herramienta fácil de usar.
5. Debe ser una herramienta fácil de actualizar.
6. Debe incluir una evaluación final de la solución.
7. Debe permitirnos poder comparar soluciones diferentes para el mismo elemento constructivo.

2.2. Hipótesis de partida.

Para llegar a la hipótesis central del presente trabajo hemos partido de la base de que los actuales modelos de valoración de soluciones de rehabilitación energética tiene un fundamento económico y energético y no contemplan los elementos y sistemas del edificio que han servido de base para catalogarlo como Bien de Interés Cultural, por lo que es necesario el diseño de un sistema de valoración que también incluya los indicadores necesarios para respetar la protección del edificio.

En este aspecto, siguiendo la idea de trazar una secuencia escalonada que vaya de lo general a lo particular, hemos formulado una serie de hipótesis que enmarcan nuestra investigación:

1. En las intervenciones en materia de rehabilitación energética de edificios considerados bienes de interés cultural, existen una serie de limitaciones que tienen su origen en los marcos normativos que regulan las condiciones energéticas que deben cumplir los edificios y las condiciones que regulan su catalogación como BIC.
2. Ante esta situación es necesario dar una respuesta que facilite y promueva la generación de soluciones constructivas que, mejorando las condiciones energéticas del monumento, no afecten a su cualidad cultural y patrimonial.
3. Por ello, es necesario aportar elementos, a modo de indicadores cualitativos y cuantitativos, que permitan a los técnicos dar la respuesta adecuada a la rehabilitación desde la fase de proyecto.
4. Como paradigma de intervención, en la presente investigación se ha elegido la tipología arquitectónica del monasterio catalogado como B.I.C., al considerar, en primer lugar que se trata de edificaciones que muestran una deficiencia energética a causa de su época y sistemas de construcción y, en segundo lugar porque se trata de unos edificios en los que sus procesos de rehabilitación se sustentan en una variabilidad de nuevos usos, lo que permite un análisis muy completo, conformando una buena base para trasladar los resultados que se obtengan en la investigación a otros tipos de edificaciones igualmente catalogadas.

2.3. Metodología.

Para llegar a nuestro objetivo final, que es proponer un sistema de evaluación de soluciones de rehabilitación energética en monasterios catalogados como B.I.C., tendremos que realizar una serie de pasos previos que serán los que quedarán reflejados en esta tesis.

En primer lugar, será necesario estudiar la problemática a la que queremos dar solución mediante el sistema de evaluación propuesto. En este caso explicar por qué no son válidos los sistemas de evaluación de soluciones ya existentes, ver las limitaciones en cuanto al marco normativo de aplicación y revisar experiencias anteriores relacionadas con el tema y examinar qué podemos incorporar a nuestro sistema y qué no.

En segundo lugar, tendremos que definir el alcance; es decir, a quién va dirigido, cuáles serán los edificios en los que deseamos evaluar las soluciones de rehabilitación energética. Para ello será imprescindible saber cuál es el estado actual de conservación de dichos edificios, estado de habitabilidad, número de edificios afectados, etc. También será necesario conocer la morfología de los mismos, diferencias y similitudes entre ellos; en definitiva, establecer una tipología constructiva homogénea y sus elementos constructivos característicos comunes que los definen. Para esto, tendremos que realizar un acercamiento histórico y explicar la forma de construir según la orden fundacional.

Una vez conocidos los elementos constructivos característicos, que al componer la envolvente serán los susceptibles de ser rehabilitados energéticamente, deberemos analizarlos desde el punto de vista energético y comprobar si se cumplen los requisitos establecidos en el Código Técnico de la Edificación.

El siguiente paso, será diseñar el sistema de evaluación, para ello deberemos investigar algunos datos previos. Lo primero que deberemos definir, es los requisitos que debe cumplir un edificio para respetar su catalogación en caso de que tenga que ser intervenido. Con esta información podremos describir los indicadores necesarios para incorporarlos en el sistema de evaluación. Después incorporaremos otros indicadores que sin ser imprescindibles, pueden ser relevantes para la toma de decisiones. Una vez definidos los indicadores, tendremos que cuantificar las escalas de valoración de cada uno. Para ello tendremos que estudiar las soluciones existentes en el mercado y extraer aquella información que nos pueda servir para establecer las escalas de valoración. Con toda la información recabada, pasaremos a diseñar el sistema de evaluación, estableciendo en primer lugar la estrategia de toma de decisiones; es decir, priorizando indicadores referentes a la catalogación del edificio y estableciendo un sistema de mínimos.

Para que sea de fácil utilización, el sistema diseñado deberá tener un formato usual y reconocible por lo que estudiaremos la forma de crear una herramienta sencilla y de fácil utilización.

Para comprobar y testar que tanto el sistema de evaluación como la herramienta funcionan y poder depurar errores en el caso de que los hubiera, la aplicaremos al caso real de tres monasterios. Para ello, será preciso describirlos arquitectónicamente y constructivamente y conocer sus usos actuales, así como su nivel de catalogación patrimonial y las soluciones elegidas para proceder a su evaluación energética.

Finalmente, en las conclusiones, expondremos si la propuesta del sistema de evaluación ha resultado favorable y en el caso de que no lo sea, cuáles son los problemas y sus posibles soluciones. Para comprender mejor el proceso metodológico de la tesis, a continuación, lo resumiremos en el siguiente esquema de la Ilustración 2.3-1.

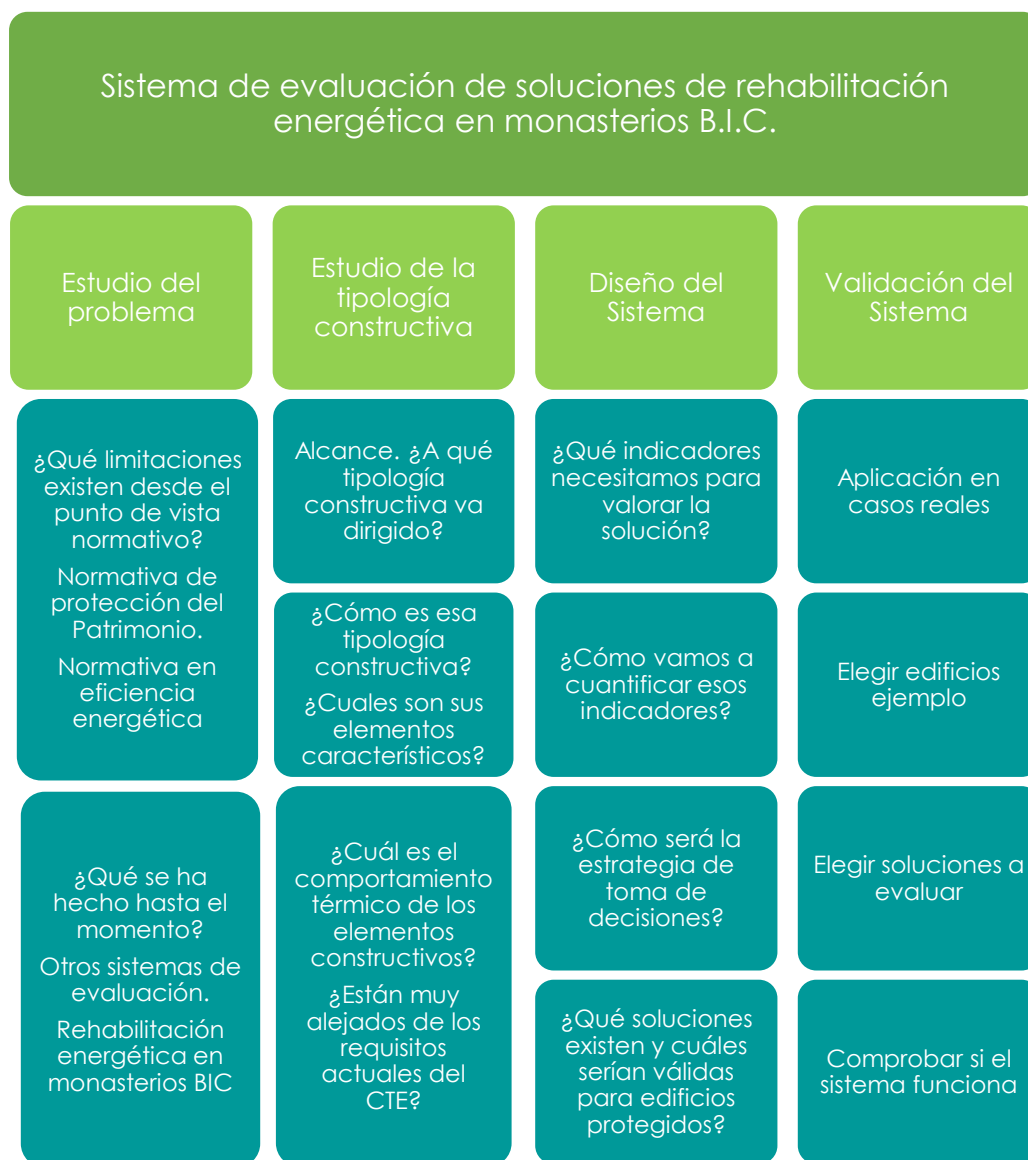


Ilustración 2.3-1. Esquema de la metodología a seguir. Fuente: Elaboración propia

PARTE 1: ESTADO DEL ARTE

Capítulo 3. Marco normativo

3.1. Introducción.

La diferencia fundamental entre cualquier edificio existente y uno denominado B.I.C, es que el segundo está reconocido y protegido por un marco normativo específico. Este conjunto de normas que ayuda a su conservación, también establece ciertas limitaciones de actuación que inevitablemente influirán en una posible rehabilitación energética. Conocer estas limitaciones nos ayudara a diseñar unos indicadores útiles para el sistema de evaluación de soluciones objeto de esta tesis, de forma que podamos evaluar si cumplimos o no con los requisitos de la catalogación a la hora de plantear una solución.

En este capítulo definiremos que es un B.I.C. y qué limitaciones establece el marco normativo de aplicación en relación a cualquier tipo de intervención. Describiremos el proceso de catalogación de un edificio protegido, ya que nos será útil para entender capítulos posteriores en los que hablaremos de los requisitos de catalogación y en el capítulo que se expone la base de datos de Monasterios, Abadías y Conventos. Y por último, analizaremos cómo le afecta la normativa en materia de eficiencia energética.

3.2. Definición de Patrimonio. Clases y catalogación.

Si echamos un vistazo a la definición de patrimonio de la RAE, en su primera acepción lo describe como *“Hacienda que alguien ha heredado de sus ascendientes”* y en cierto sentido, es así. Pero quizás se entienda mejor en concepto que queremos abordar si utilizamos la entrada de Patrimonio histórico *“Conjunto de bienes de una nación acumulado a lo largo de los siglos, que, por su significado artístico, arqueológico, etc., son objeto de protección especial por la legislación”*.

En definitiva se trata de una herencia que forma parte de nuestra historia y que estamos obligados a proteger.

Aunque la RAE habla de una nación, en realidad existe una clasificación extensa que va desde el patrimonio mundial al local. Además de esta clasificación, también existen diferentes tipos de protección.

Teniendo en cuenta la clasificación que establece el ministerio de educación, cultura y deporte del gobierno de España se dividiría en:

- a) Patrimonio mundial: son los lugares de valor universal excepcional para la humanidad que, como tales, han sido inscritos en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO con el fin de garantizar su protección y conservación para las generaciones futuras.
- b) Patrimonio Subacuático: Por "patrimonio cultural subacuático" se entiende todos los rastros de existencia humana que tengan un carácter cultural, histórico o arqueológico, que hayan estado bajo el agua, parcial o totalmente, de forma periódica o continua, por lo menos durante 100 años.
- c) Patrimonio europeo: Pueden optar al Sello de Patrimonio Europeo los monumentos, los sitios arqueológicos, subacuáticos, naturales, industriales o urbanos, los lugares de memoria, los paisajes culturales, el patrimonio contemporáneo o el patrimonio inmaterial, asociados a un lugar, que hayan desempeñado un papel fundamental en la historia de Europa, de la integración europea o de la Unión.
- d) Bienes culturales protegidos: Se dividen en muebles e inmuebles.
 - ✓ Bienes muebles: Según el artículo 335 del Código Civil, se consideran bienes muebles los susceptibles de apropiación que no sean considerados inmuebles, y en general todos los que se puedan transportar de un punto a otro sin menoscabo de la cosa inmueble a que estén unidos.
 - ✓ **Bienes Inmuebles:** Son considerados bienes inmuebles los que recoge el artículo 334 del Código Civil, y cuantos elementos puedan considerarse consustanciales con los edificios y formen parte de los mismos o de su entorno o lo hayan formado, aunque en el caso de poder ser separados constituyan un todo perfecto de fácil aplicación a otras construcciones o a usos distintos del suyo original (Ley 16/1985, art. 14.1).

Los bienes inmuebles integrados en el Patrimonio Cultural Español pueden ser declarados:

Monumentos

Jardín histórico

Conjunto histórico

Sitio histórico

Zona arqueológica

También denominados como BIC (Bien de Interés Cultural)

En la actualidad en el territorio español existen diferentes procedimientos para la protección de bienes culturales aunque básicamente se pueden resumir en Bien de Interés Cultural (BIC), Bien de Interés Local (BIL) o bien inventariado o catalogado con diferentes categorías de protección en catálogos urbanísticos relacionados con el planeamiento territorial de los municipios.

Por lo tanto, en nuestro caso, nos referiremos a Monasterios B.I.C. cuando hablemos de aquellos declarados como **Monumentos**. Y entendemos por catalogación, la inclusión de estos Bienes dentro de un inventario que podrá ser nacional, autonómico o local. Por lo tanto un Monasterio Bien de Interés Cultural, será aquel declarado Monumento e inventariado en el Catálogo de Bienes de Interés Cultural Español.

3.3. Marco normativo español en edificios protegidos.

La ley por la cual un Bien Inmueble puede declararse B.I.C. es la Ley 16/1985 (Jefatura del Estado 1985), de 25 de junio del Patrimonio Histórico Español y su desarrollo parcial en el RD 111/1986 (Presidencia del Gobierno 1986). En esta ley se incluyen los inmuebles y objetos muebles de interés artístico, histórico, paleontológico, arqueológico, etnográfico, científico o técnico. También forman parte del mismo el patrimonio documental y bibliográfico, los yacimientos y zonas arqueológicas, así como los sitios naturales, jardines y parques que tengan valor artístico, histórico o antropológico. Además, se resalta el deber de ser inventariados o catalogados como bien de interés cultural.

La ley distingue entre bienes muebles e inmuebles y dentro de los bienes inmuebles existen deferentes categorías:

1. Monumentos: son aquellos bienes inmuebles que constituyen realizaciones arquitectónicas o de ingeniería, u obras de escultura colosal siempre que tengan interés histórico, artístico, científico o social.

2. Jardín Histórico: es el espacio delimitado, producto de la ordenación por el hombre de elementos naturales, a veces complementando con estructuras de fábrica, y estimado de interés en función de su origen o pasado histórico o de sus valores estéticos, sensoriales o botánicos.

3. Conjunto Histórico: es la agrupación de bienes inmuebles que forman una unidad de asentamiento, continua o dispersa, condicionada por una estructura física representativa de la evolución de una comunidad humana por ser testimonio de su cultura o constituir un valor de uso y disfrute para la colectividad. Asimismo es Conjunto Histórico cualquier núcleo individualizado de inmuebles comprendidos en una unidad superior de población que reúna esas mismas características y pueda ser claramente delimitado.

4. Sitio Histórico: es el lugar o paraje natural vinculado a acontecimientos o recuerdos del pasado, a tradiciones populares, creaciones culturales o de la naturaleza y a obras del hombre que posean valor histórico, etnológico, paleontológico o antropológico.

5. Zona Arqueológica: es el lugar o paraje natural donde existen bienes muebles o inmuebles susceptibles de ser estudiados con metodología arqueológica, hayan sido o no extraídos y tanto si se encuentran en la superficie, en el subsuelo o bajo las aguas territoriales españolas.

La ley de Patrimonio Histórico Español, además de recoger las definiciones y distinciones entre Bienes de Interés en las diferentes categorías, en el caso de los Monumentos establece una serie de limitaciones que deberemos tener en cuenta cuando queramos aplicar soluciones de rehabilitación energética en los mismos. Destacaremos dos artículos fundamentales:

Art.19. 1. En los Monumentos declarados bien de Interés Cultural no podrá realizarse obra interior o exterior que afecte directamente al inmueble o a cualquiera de sus partes integrantes o pertenencias sin autorización expresa de los organismos competentes para la ejecución de esta Ley.

Será preceptiva la misma autorización para colocar en fachadas o en cubiertas cualquier clase de rótulo, señal o símbolo, así como para realizar obras en el entorno afectado por la declaración.

Art. 21. 1. En los instrumentos de planeamiento relativos a Conjuntos Históricos se realizará la catalogación, según lo dispuesto en la legislación urbanística, de los elementos unitarios que conforman el Conjunto, tanto inmuebles edificados como espacios libres exteriores o interiores, u otras estructuras significativas, así como de los componentes naturales que lo acompañan, definiendo los tipos de intervención posible. A los elementos singulares se les dispensará una protección integral. Para el resto de los elementos se fijará, en cada caso, un nivel adecuado de protección.

La importancia de estos artículos radica en que el caso del artículo 19 indica que no podrá realizarse ninguna intervención que no sea aprobada por la comisión territorial de Patrimonio correspondiente. Por lo que ya introduce la primera limitación importante. Y en el artículo 21, establece que las entidades locales están obligadas a catalogar los edificios a proteger y recoger en dicha catalogación aquellas intervenciones que pueden o no hacerse. Por lo tanto existirán dos limitaciones importantes que diferencian a un B.I.C de un edificio que no lo es: que tendremos que ceñirnos a las actuaciones admitidas en su catalogación y además que dichas actuaciones sean ratificadas por la comisión de patrimonio territorial. Por lo tanto a la hora de abordar una rehabilitación energética, será imprescindible conocer las limitaciones de la catalogación para diseñar las soluciones de rehabilitación energética a adoptar. Y en el caso de esta tesis, será muy importante conocerlas, para diseñar los indicadores que utilizaremos en el sistema de evaluación.

El estado Español tiene delegadas las competencias de protección a las Comunidades Autónomas que a su vez tienen sus propias leyes de Patrimonio Histórico y realizan su propio registro en el que recogen todos los bienes catalogados e inventariados. Las Delegaciones o consejerías autonómicas pueden a su vez delegar en las autoridades provinciales y comarcales estas competencias o parte de ellas. Por otro lado, las entidades locales están obligadas a realizar planes de protección recogidos en su ordenación urbanística donde se recojan los edificios protegidos y sus grados de protección.

Por lo tanto, cuando queramos saber el grado de protección de un edificio, deberemos en la mayoría de los casos acudir al catálogo de la entidad local en la que está situado el edificio. Se especifica en la que esté situado y no en la que pertenezca, porque en algunos casos podemos encontrar edificios en otras provincias o comunidades autónomas. Como ejemplo de esto tenemos el Ayuntamiento de Sevilla, que tiene en propiedad 4 inmuebles fuera de su término municipal: el castillo de Encinasola y el Castillo y Mezquita de Almonaster la Real ambos en la provincia de Huelva, El Castillo de Utrera en la provincia de Sevilla y el Castillo de Fregenal de la Sierra en Badajoz.

3.4. Proceso de catalogación.

La ley 16/1985 establece que los bienes más relevantes del Patrimonio Histórico Español deberán ser inventariados o declarados de interés cultural en los términos previstos en esta Ley. El principal objetivo de la misma es inventariar estos bienes a fin de darles protección. Para llegar a ser un BIC (Bien de Interés Cultural) existe un proceso de declaración.

Este proceso viene recogido en el título primero de dicha ley.

1. Incoación y tramitación de expediente administrativo por parte del Organismo competente:
 - a) Los que en cada Comunidad Autónoma tengan a su cargo la protección del patrimonio histórico
 - b) Los de la Administración del Estado, cuando así se indique de modo expreso o resulte necesaria su intervención para la defensa frente a la exportación ilícita y la expoliación de los bienes que integran el Patrimonio Histórico Español.

Una vez emitido el informe favorable, en el caso de ser un bien inmueble, deberá darse un plazo de información pública y se dará audiencia al Ayuntamiento Interesado.

El expediente deberá resolverse en un plazo máximo de 20 meses.

2. Los bienes declarados de interés cultural serán inscritos en un Registro General dependiente de la Administración del Estado, cuya organización y funcionamiento se determinarán por vía reglamentaria. A este Registro se notificará la incoación de dichos expedientes, que causarán la correspondiente anotación preventiva hasta que recaiga resolución definitiva.
3. A los bienes declarados de interés cultural se les expedirá por el Registro General un Título oficial que les identifique y en el que se reflejarán todos los actos jurídicos o artísticos que sobre ellos se realicen. Las transmisiones o traslados de dichos bienes se inscribirán en el Registro. Reglamentariamente se establecerá la forma y caracteres de este Título.
4. La declaración de Bien de Interés Cultural se hará mediante Real Decreto.

Aunque como vemos en el proceso de declaración, un bien incoado no tiene porqué llegar a ser un Bien de Interés Cultural, a efectos prácticos tendremos que considerarlo como tal cuando vayamos a intervenir sobre él, ya que si al final la declaración se hace efectiva, podríamos a ver creado daños irreparables.

3.5. Marco normativo en materia de eficiencia energética.

Con respecto al marco normativo en materia de eficiencia energética, tendríamos en primer lugar el **Código Técnico de la Edificación** (Ministerio de vivienda 2006); que establece y desarrolla las exigencias básicas de calidad de los edificios y sus instalaciones, y que permiten demostrar que se satisfacen los requisitos básicos de la edificación, de la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación. Dicho código se articula en los llamados Documentos Básicos (DB).

Dentro de estos Documentos Básicos, el **DB HE: Ahorro de energía** (Ministerio de Fomento 2015), será sin duda de referencia para el objeto de esta tesis, ya que el objetivo del mismo consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como

consecuencia de las características de su *proyecto, construcción, uso y mantenimiento*. A su vez este se divide en varias partes:

HE 1 Limitación de demanda energética

HE 2 Rendimiento de las instalaciones térmicas

HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

Otro documento a tener en cuenta es el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). Dicho Reglamento establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, para conseguir un uso racional de la energía.

Otro documento que surge para cumplir la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética recogida en Directiva 2002/91/CE, es el **RD 47/2007** (Ministerio de la Presidencia 2007). En dicho RD se recoge el procedimiento básico para la **certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción**.

Esta certificación pretende ser una herramienta para los consumidores que les permita comparar entre edificios a fin de potenciar aquellos que reúnan mejores cualidades desde el punto de vista de la eficiencia. Con el fin de facilitar la interpretación, por parte de los consumidores, del certificado de eficiencia energética, se aprueba un distintivo común en todo el territorio nacional denominado etiqueta de eficiencia energética, garantizando, en todo caso, las especificidades que sean precisas en las distintas comunidades autónomas.

Posteriormente, queda derogado cuando se aprueba el **RD 235/2013** (Ministerio de la Presidencia 2013) **Procedimiento básico para la certificación energética en edificios existentes**. Tiene gran importancia ya que a partir de la aprobación de dicho RD se incluyen los edificios existentes. Todos aquellos edificios que a su entrada en vigor no dispongan de un certificado de eficiencia energética, cuando sean objeto de contrato de compraventa o de arrendamiento, deberán tener su correspondiente certificado.

Una vez identificado el marco normativo, la pregunta que se plantea es ¿cómo se aplica esta normativa en los edificios protegidos?

Como ya hemos comentado anteriormente, el documento de referencia en primer lugar será el Código Técnico de la Edificación y más concretamente el Documento Básico HE (Ahorro de energía). En dicho documento cuando acudimos al apartado IV Criterios de aplicación en edificios existentes en el criterio 2º flexibilidad específica:

"En los casos en los que no sea posible alcanzar el nivel de prestación establecido con carácter general en este DB, podrán adoptarse soluciones que permitan el mayor grado de adecuación posible, determinándose el mismo, siempre que se dé alguno de los siguientes motivos:

- a) *en edificios con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando otras soluciones pudiesen alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto, ..."*

Por lo tanto, exige a los edificios con valor histórico o arquitectónico reconocido a aplicar las exigencias derivadas del Código Técnico, podrán darse soluciones alternativas aunque no lleguen a los requisitos mínimos.

En realidad la norma no dice que no se puede hacer una mejora de la eficiencia energética en edificios protegidos, lo que dice es que no obliga a que estos edificios tengan que cumplir con los mínimos exigidos por la norma, porque puede que las soluciones a adoptar puedan alterar su carácter y aspecto.

Algo parecido pasa con la certificación energética. En RD 235/2013 se excluyen del ámbito de aplicación:

- Edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico.
- Edificios o partes de edificios utilizados exclusivamente como lugares de culto y para actividades religiosas.

En el caso de la certificación, nos encontramos con el mismo problema, no es que no se pueda certificar un edificio Bien de Interés Cultural; no ya por cómo es el proceso de calificación, en el que en principio teniendo los datos, es muy posible hacerlo con cualquiera de las herramientas informáticas diseñadas para tal fin como HULC, CE3X o CE3. El problema reside en la aplicación de soluciones de mejora. Los programas están diseñados para darnos la solución teniendo en cuenta el binomio precio/ahorro de energía y por supuesto cumpliendo las exigencias mínimas establecidas en el CTE. Pero una solución que garantice la máxima rentabilidad no significa que garantice las exigencias de protección establecidas por la catalogación del edificio. Y muchas veces llegar a una solución que cumpla con los mínimos establecidos por el CTE, puede ser complicado. A veces incluso inviable económica o técnicamente.

Por esta razón, la propuesta de sistema de evaluación de soluciones de rehabilitación energética en monasterios que plantea esta tesis, podría ser un paso previo a la incorporación en las herramientas de calificación energética existente de un nuevo sistema de elección de soluciones para que estos edificios pudieran ser incluidos en el marco normativo.

Actualización: Recientemente, justo en junio de 2017, este marco normativo en materia de eficiencia energética para los edificios protegidos se ha visto modificado con la entrada en vigor del Real Decreto 564/2017 (Ministerio de la Presidencia y para las administraciones territoriales 2017) ya que se establece que quedan excluidos "edificios protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, siempre que cualquier actuación de mejora de la eficiencia energética alterase de manera inaceptable su carácter o aspecto, siendo la autoridad que dicta la protección oficial quien determine los elementos inalterables".

Para poder cumplir con esta sentencia, será necesario o bien realizar el certificado energético aportando en las medidas de mejora aquellas soluciones que no alteren estos valores patrimoniales; o bien, justificar mediante alguna herramienta o

procedimiento, que cualquier medida de mejora afectaría a la catalogación del edificio para no realizar el certificado. De una forma u otra la existencia de herramientas que ayuden al cumplimiento de la norma serán esenciales.

Actualmente (Junio de 2017), encontramos que se ha aprobado esta modificación, pero no se ha realizado ninguna adecuación en las herramientas existentes para incluir los criterios de catalogación a la hora de elegir o seleccionar las medidas de mejora que se asignan por defecto. Además, tampoco existe un procedimiento concreto para que los propietarios puedan demostrar que quedan eximidos de realizar el certificado energético a sus edificios, ya que las medidas de mejora podrían afectar a la catalogación de los edificios. Por todo esto, ya siendo obligatorio y no voluntario como antes, cobra mayor relevancia el diseño de herramientas que ayuden a la elección de medidas de mejora respetuosas con la catalogación del edificio, como sería nuestro caso.

Capítulo 4. Experiencias anteriores

4.1. Introducción.

Como ya hemos comentado anteriormente, existe en la actualidad una preocupación por cómo afrontar la rehabilitación energética en edificios históricos protegidos, de una forma lo más respetuosa posible.

Podemos ver este incipiente interés desde la propia Unión Europea. Dentro de su programa Horizonte 2020, existe una línea de actuación conducente a desarrollar proyectos de investigación en este campo. En este aspecto, dentro del apartado de Retos sociales(Unión Europea 2014) encontramos el siguiente texto:

“El patrimonio cultural de Europa está expuesto al deterioro y el daño, que se ven exacerbados por el aumento de su exposición a las actividades humanas (por ejemplo, el turismo) y a fenómenos climáticos extremos derivados del cambio climático y motivados por otros peligros y catástrofes naturales. El objetivo de esta actividad consiste en brindar conocimientos y soluciones innovadoras, por medio de estrategias, metodologías, tecnologías, productos y servicios de adaptación y mitigación, con miras a la conservación y gestión del patrimonio cultural tangible de Europa expuesto a riesgos con motivo del cambio climático”.

Y dentro de los paquetes de trabajo podemos ver el Programa:
EE-03 2014 Energy strategies and solutions for deep renovation of historic buildings.
Dotado con 6 millones de euros de presupuesto.

Además a nivel nacional podemos ver que también es un tema en desarrollo ya que se están realizando numerosos congresos, jornadas, charlas, simposios, etc. Analizando el tema desde diferentes ángulos. En concreto, para nuestra investigación destacamos dos de ellos:

- “El congreso internacional de eficiencia energética y edificación histórica(López, M.; Yáñez, A.; Gomes da Costa, S.; Avellá 2014)” en el que se tratan actuaciones encaminadas a la aplicación de medidas de ahorro energético en la edificación histórica a nivel europeo.
- Y “Las jornadas internacionales sobre la intervención en el patrimonio arquitectónico. Valores patrimoniales y eficiencia energética: conflictos y soluciones(González Moreno-Navarro et al. 2013)”, en las que se plantean soluciones para la “defensa” y la intervención en el patrimonio arquitectónico, con una especial incidencia en las intervenciones de rehabilitación energética.

En ambos eventos, se expusieron diferentes propuestas de actuación y estudio, así como proyectos de investigación y reflexiones sobre el marco normativo actual. Algunos de los cuales, desarrollaremos más adelante y han servido de base para este trabajo.

En relación con la temática propuesta en esta investigación, también nos parece interesante destacar algunos artículos publicados en revistas científicas especializadas, como es el caso de la revista PH que edita el Instituto de Andaluz de Patrimonio Histórico. En concreto queremos hacer referencia de manera explícita al debate planteado en su número 88 de 2015, en el apartado "Perspectivas" en el que se trató el tema: "¿Cómo mejorar la eficiencia energética de los edificios y conjuntos históricos preservando el carácter, los valores y la integridad histórica? Según el Comité Editorial de la revista, esta pregunta surge desde el momento en que la lucha contra el cambio climático y la eficiencia energética se convierten en una prioridad de la Unión Europea. La legislación europea en esta materia es de obligado cumplimiento y, aunque por el momento deja fuera la edificación protegida, esta no puede permanecer al margen de lo que ocurre a su alrededor".

Como podemos observar, el tema de la rehabilitación energética en edificios históricos, es referente de actualidad y se están llevando a cabo actuaciones desde diferentes ámbitos: normativo, metodológico, educativo, mejora de materiales, etc.

Aunque inevitablemente de todas estas experiencias anteriores hemos sacado aportaciones que nos han servido para conocer más el tema y acotar nuestro ámbito de aplicación, para plantear nuestra investigación, consideramos oportuno centrarnos en aquellas experiencias que profundicen en edificios altamente protegidos, como son los que tiene consideración de BIC.

4.2. Experiencias anteriores.

Para abordar las experiencias llevadas a cabo en el ámbito objeto de estudio y que presentan el actual estado de desarrollo en que se encuentra la investigación, consideramos oportuno diferenciar las distintas actuaciones según se trate de: Guías de buenas prácticas y catálogos de soluciones, Tesis Doctorales, Proyectos de investigación e Intervenciones prácticas realizadas.

4.2.1. Guías de buenas prácticas y catálogos de soluciones.

Existen guías de procedimientos de actuación muy apropiadas para la intervención en edificación existente, como el Catálogo de Soluciones Constructivas de Rehabilitación editado por la Comunidad Valenciana, en el que se aborda la rehabilitación energética en edificación residencial entre los años 60 y 80. En ella, en primer lugar se describen todas las tipologías de soluciones constructivas que podríamos encontrar en este tipo de edificaciones y posteriormente todas las soluciones de rehabilitación energética. Después cruza ambas y evalúa y valora las soluciones teniendo en cuenta cinco

indicadores que llama probabilidad, idoneidad técnica, facilidad de ejecución, viabilidad económica y eficiencia medioambiental. Y dentro de estos indicadores tienen a su vez tres niveles de calificación: alta, media y baja. Inspirados en este Catálogo han surgido otros como el publicado por ATECYR (Serrano Lanza et al. 2013), que incorporan más soluciones y lo actualizan pero que tienen el mismo formato.

En nuestra opinión el sistema es interesante y práctico, pero no podríamos aplicarlo a nuestro caso de edificaciones protegidas como BIC, por varias razones. Primero porque definir unos elementos constructivos característicos para los que se enfoca la guía es relativamente sencillo, puesto que entre los años 60 y 80 la construcción en España estaba muy estandarizada y además existía una normativa constructiva de obligado cumplimiento, por lo que existen pocas variaciones a la hora de caracterizar térmicamente la envolvente. Sin embargo para el caso de edificaciones catalogadas como BIC, nos encontramos con edificaciones que van desde el siglo V hasta el XIX aproximadamente. En la franja histórica en la que nos movemos no existían normas concretas de construcción y la arquitectura estaba planteada según el lugar; se construían con los materiales del entorno y con sistemas adaptados al clima del lugar, por lo que no es nada fácil estandarizar las soluciones constructivas. Por otro lado, los indicadores que se utilizan en el Catálogo, son aplicables, en general a todas las edificaciones, pero no son suficientes ya que no se hace referencia a muchas de las soluciones constructivas históricas de los monasterios, y no se tiene en cuenta las restricciones de actuación que conlleva un edificio histórico, en el que la mayor parte de las veces no puede alterarse el elemento constructivo histórico por uno actual.

Otro proyecto destacable es el Catálogo de Rehabilitación energética realizado por el Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco -Área Térmica. En este catálogo se analizan las tipologías constructivas en el país vasco anteriores al Código Técnico. En general el catálogo tiene la misma estructura que los dos casos anteriores: definición de elementos constructivos característicos y aplicación de soluciones. La particularidad de este estudio es que se han hecho ensayos en laboratorio de las fábricas que aparecen en él y entre ellas se incluyen el muro de mampostería, el de adobe, el de ladrillo macizo y el de alantillado. En esta ocasión no valora las soluciones, simplemente indica cuáles podrían aplicarse.

En nuestro caso y para conseguir uno de los objetivos que perseguimos que es la evaluación de cada solución, esta guía no es aplicable porque no valora las soluciones. No obstante, proporciona información valiosa sobre tipologías constructivas que se aplicaban a los monasterios y además nos propone algunas soluciones interesantes.

Podríamos hacer referencia a la gran cantidad de bibliografía actual que existe en materia de soluciones para rehabilitación energética. No obstante, en general, la mayoría de las guías que están relacionadas con la rehabilitación energética las podríamos clasificar en dos tipos: los catálogos de soluciones y las guías de recomendaciones o buenas prácticas. En ambos casos, aunque puedan dar datos o consejos que podamos aplicar en nuestro estudio, no llegan a ser aplicables a edificios protegidos, principalmente por los motivos ya expuestos no valoran las soluciones (que es el caso de las guías de buenas prácticas) o no cuentan con indicadores que tengan en consideración el grado de protección del edificio.

4.2.2. Tesis doctorales.

Dentro de las tesis doctorales también hemos encontrado trabajos de investigación que han abordado el tema de la rehabilitación energética de edificios. Es el caso de la propuesta planteada por Alexis Pérez Fargallo en su tesis doctoral "Modelo para la evaluación de costes de rehabilitación energética: viviendas unifamiliares" (Pérez Fargallo 2013). En ella desarrollaba una herramienta simplificada para evaluar y dimensionar pros y contras en la toma de decisiones con respecto a la viabilidad tanto energética como económica a la hora de realizar una propuesta de rehabilitación energética. En este caso se trata de una aplicación para viviendas unifamiliares. No obstante, nos parece interesante en cuanto a su sencillez ya que mediante una hoja Excel, se seleccionan diferentes opciones y se evaluaban las soluciones a aplicar. Además, como ya hemos indicado se tiene en cuenta para esta valoración los indicadores de coste económico y mejora de la eficiencia energética.

Para nuestro proyecto, se vuelve a plantear el mismo problema que ya hemos mencionado en el caso del Catálogo de la Comunidad Valenciana, y es que se trata de una herramienta pensada para una tipología actual y además con estos dos indicadores, el económico y el energético, no tendríamos suficiente para dar respuesta a la viabilidad de intervención en un edificio BIC. No obstante, el desarrollo de la herramienta en formato Excel y la articulación de los elementos constructivos dentro de la misma, nos pueden servir de punto de partida para diseñar nuestro sistema de evaluación.

Merece también nuestra atención la investigación de Blanca Espino Hidalgo, quien recoge en su trabajo "Sostenibilidad en centros históricos andaluces. Las ciudades medias del centro de Andalucía" (Espino-Hidalgo 2015) un sistema de valoración por indicadores que básicamente está orientado a sostenibilidad aunque desde un punto de vista holístico. Para nuestro proyecto los indicadores no serían aplicables dado su enfoque, pero tiene un interesante desarrollo de cómo elegir y desarrollar los mismos, que sin duda nos podrá servir de referencia.

Por último mencionar que existen algunas tesis doctorales como la de Aitziber Egusquiza Ortega, "Multiscale information management for historic districts' energy retrofitting" (Egusquiza-Ortega 2015), que tratan sobre la rehabilitación energética en los centros históricos. En este caso, el objetivo principal de la tesis es el desarrollo de un modelo multiescala para la gestión de la rehabilitación energética de la ciudad histórica implementada a través de un sistema experto de apoyo a la toma de decisiones para la implementación de las soluciones identificadas. En dicho modelo se incluye una estrategia de toma de decisiones a nivel de edificio que incluye una serie de indicadores que ya fueron propuestos en el proyecto Effessus. En este modelo de valoración de soluciones, la estructura o estrategia de toma de decisiones podría ser válida en nuestro caso, pero los indicadores principales vuelven a estar englobados en habitabilidad, ahorro de energía y viabilidad económica.

4.2.3. Proyectos de investigación.

Aunque en apartados anteriores ya hemos hecho referencia a algunos proyectos de nivel europeo, queremos destacar un proyecto muy ambicioso que se está llevando a cabo por la Unión Europea y en el que colaboran varios países de la Unión. Se trata del proyecto "EFFESUS" (**E**nergy **E**fficiency for **EU** Historic Districts' **S**ustainability) (Effesus 2012). Incluye edificios históricos anteriores a 1945 que no tienen por qué estar catalogados. El objetivo principal es mejorar la eficiencia energética en los centros históricos. Para ello se están desarrollando diferentes paquetes de trabajo. Uno de ellos es Effesus Decision Support System (DSS). Se trata de un sistema de evaluación de intervenciones en patrimonio tanto a nivel centro histórico como edificio. Sin duda es un sistema muy completo en el que se tienen en cuenta muchos parámetros e incluso hace algo parecido a una calificación energética. El principal problema de este sistema es que solo está diseñado para ciertos centro históricos, en el caso de España, solo está disponible Santiago. En cualquier caso es un proyecto muy interesante, y además sería una forma de unificar criterios en toda la Unión. El único problema es que los monasterios por su propia definición suelen estar alejados de los centros urbanos, por lo que no sería factible utilizar los mismos planteamientos para el caso que nos ocupa.

Otro proyecto de interés es el proyecto "3ENCULT", financiado por la Unión Europea, pretende crear lazos entre la conservación de los edificios históricos y la protección del medio ambiente. Su objetivo es demostrar la viabilidad de "Factor 4" a "Factor 10" en la reducción de la demanda energética, dependiendo del caso y del valor patrimonial en diferentes edificios en Europa. Se han estudiado los 8 edificios anteriormente mencionados. Se realizaron auditorías energéticas de los mismos para comprobar su comportamiento. En colaboración con el PassiveHaus Institut, se ha desarrollado el software (PHPP). El Passive House Planning Package es el software de cálculo creado para modelar el funcionamiento de un edificio y estimar los balances energéticos. Se simuló los edificios con dicho programa y se compararon los resultados con los arrojados por la simulación con EnergyPlus o TRNSYS. Se propusieron soluciones, se ejecutaron y se monitorizaron los resultados. Del proyecto podemos sacar conclusiones muy positivas, como es la de aplicar el estándar Passive Haus a edificios protegidos, de hecho publicaron una guía de buenas prácticas (Troï & Bastian 2015). En los casos elegidos no había ningún monasterio y el caso español era un edificio educacional de 1968. La metodología de intervención diseñada para este proyecto podría ser aplicable en rehabilitación energética de los monasterios, pero echamos en falta un sistema de evaluación de las soluciones, ya que se plantean pero no se valora por qué se usan las mismas.

En esta misma línea encontramos también "RECERCAIXA" ('MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL PATRIMONIO CULTURAL INMUEBLE: INVESTIGACIÓN SOBRE CASOS REALES'). Se trata de un proyecto desarrollado por Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona y financiado por la convocatoria RecerCaixa 2011 (programa impulsado por la Obra Social "laCaixa" y la Asociación Catalana de Universidades Públicas-ACUP). En este proyecto se ha realizado un estudio de varios edificios catalogados para materializarse en la realización de una guía de buenas prácticas para la restauración de inmuebles del patrimonio arquitectónico que también sirva para la gestión y mantenimiento de las intervenciones que se hayan realizado. Se

han estudiado tres edificios con un equipo multidisciplinar, se han realizado termografías y algunos estudios energéticos más. Después se han intervenido aplicando soluciones a los edificios. En nuestro caso nos volvemos a encontrar con el mismo problema que con el proyecto anterior, ya que se realiza una metodología de actuación interesante, pero no se justifica el uso de las medidas ni se tiene constancia de cómo afectan esas medidas utilizadas a la catalogación del edificio.

Un proyecto que ha sido muy inspirador para esta tesis ha sido **RENERPACT**: Establece una metodología de intervención en edificios históricos que se basa en tres aspectos fundamentales: A) la caracterización energética del edificio; B) la identificación de mejoras para la reducción de consumo; y C) cuantificación mediante modelado y simulación dinámica.

“La caracterización energética de un edificio permite identificar sus puntos críticos de consumo y pérdidas de energía, así como las posibles actuaciones de mejora a llevar a cabo. La determinación de las más adecuadas obliga a realizar un análisis de las soluciones comerciales existentes, e identificar casos de éxito de aplicación de las mismas en edificios.

Es útil disponer de una base de datos con los diferentes sistemas, sus requerimientos de instalación y el grado de aplicabilidad en función de las características de uso. También es importante emplear las nuevas técnicas de gestión (local y remota), control y monitorización de que se disponga para estos sistemas”(López, M.; Yáñez, A.; Gomes da Costa, S.; Avellá 2014)

Consideramos que es en este punto donde esta tesis ofrece un avance en el desarrollo investigador de este tema. En este caso RENERPACT ha abordado algunas de las mejoras que pueden ser aplicadas en edificios patrimoniales, como son: (i) el “cBloco” para la rehabilitación de cerramientos, o (ii) el “Solar Tiles” para la rehabilitación de cubiertas. No obstante, en nuestra opinión se echa de menos la realización de un catálogo de medidas, y una justificación de porqué usa unas medidas y no otras.

En cualquier caso, consideramos que el método es un método válido y bastante completo en el que se llevan a cabo los procesos necesarios para cuantificar las mejoras de la eficiencia energética en una serie de edificios históricos, y que podría ser extrapolable sin duda a otros casos. Para nuestra investigación supone un punto de partida importante en cuanto a que podría utilizarse este método para la rehabilitación energética en monasterios. Vemos que no existe un catálogo de mejoras, que pueda ayudar a la hora de elegir las soluciones a incluir en el estudio, tampoco podemos saber cuáles han sido los criterios de elección de las mismas; es decir, porqué se optó por estas medidas en concreto y no otras. Además se habla de las soluciones desde el punto de vista del ahorro, tanto económico como energético, pero no se abordan otros indicadores que podrían ser importantes como la reversibilidad de la medida, el impacto estético o la preservación de los elementos protegidos. Por todo esto, pensamos que el sistema de evaluación de soluciones de rehabilitación energética en monasterios puede ser un complemento para este tipo de metodologías.

4.2.4. Intervenciones en Bienes de Interés Cultural.

La existencia de intervenciones en Bienes de Interés Cultural, nos refrenda en la idea de que aunque la actuación sobre estos bienes no está exenta de complejidad, no son intervenciones imposibles y además se pueden conseguir muy buenos resultados. En este apartado haremos referencia a la intervención llevada a cabo en tres monasterios, aunque más adelante abordaremos de forma más detallada el proyecto de intervención en el Monasterio de Santa María de Retuerta que, en nuestra opinión, es un ejemplo de intervención en este sentido.

Nos referiremos en el primer caso al Monasterio de Piedra. Este conjunto fue catalogado como Monumento Nacional el 16 de febrero de 1983 (hoy en día, Bien de Interés Cultural, en la categoría de Monumento). Situado en el municipio de Nuévalos (Zaragoza). Tipo de Clima D3. Consagrado en 1218, se trata de un edificio de estilo gótico cisterciense. La Iglesia es el edificio central, con un claustro anexo en torno al cual se disponen las estancias monacales: Sala Capitular, Cillería o almacén, Cocina, Refectorio y Calefactorio. Actualmente la Iglesia se encuentra en ruinas. A día de hoy la parte principal del monasterio se destina a visitas turísticas, y otra parte se dedica a uso hotelero.

El Monasterio de Piedra ha acometido una serie de medidas con las que obtener una calificación A en el certificado energético. Esto se ha conseguido principalmente gracias a la instalación de una caldera de Biomasa y la instalación de carpinterías de alto nivel de aislamiento. Se ha rehabilitado el estuco de la propia fachada Sur del Hotel donde, asimismo, se han renovado los forjados de las terrazas y la carpintería exterior de las habitaciones que dan a ese lado del hotel. Además se ha aislado térmicamente la zona de calderas y se ha mejorado la iluminación. Los últimos 4 años, el Monasterio lleva acometiendo diferentes obras conducentes a mejora y conservación de cara a estar en condiciones óptimas en su 800 aniversario en 2018. Aproximadamente se han invertido 1,3 millones de euros, 760.000 en esta última rehabilitación.

Sin duda es una gran noticia que un Monasterio consiga la categoría A, pero en gran medida ha sido por la instalación de la caldera de Biomasa, no tanto por actuar en la envolvente.

El segundo caso es el del Monasterio de Silos. Catalogado como Monumento Nacional el 3 de Junio de 1931 (hoy en día, Bien de Interés Cultural, en la categoría de Monumento). Situado en el municipio de Santo Domingo de Silos (Burgos). Tipo de Clima E1. Silos se compone de dos monasterios yuxtapuestos, en torno a dos claustros: el medieval; y el moderno o clásico-barroco; con la iglesia al Norte, y la gran ala Sur, o zona habitacional, con las celdas de los monjes. Esta parte sufrió un pavoroso incendio en 1970, y se redujo a cenizas. Pero bajo la dirección de Bellas Artes, se restauró en 1971-72. En la actualidad el Monasterio además de albergar una comunidad Benedictina, también es Hospedería, Museo y centro de interés turístico, acogiendo numerosas visitas guiadas.

El Monasterio de Silos, lleva ya más de una década haciendo intervenciones para mejorar el confort y sus instalaciones. Lo primero que hicieron fue instalar placas solares en el huerto. Ha puesto en marcha una instalación de biomasa con la finalidad de suministrar Agua Caliente Sanitaria (ACS) y calefacción a los dos edificios que integran la abadía. Concretamente cuenta con dos calderas HERZ, una Firematic de 100 kW y otra Firematic de 151 kW. Las nuevas calderas de biomasa, situadas de forma provisional en el exterior de la abadía, han permitido sustituir 25.000 litros de gasoil por pellet de la zona.

Como se extrae de un artículo publicado en el Diario de Burgos (Antón 2014), el objetivo que se han marcado desde el monasterio benedictino de cara al futuro es conseguir ser autosuficientes desde el punto de vista energético utilizando renovables. Parte del camino ya está andado. Hace catorce años colocaron las primeras placas solares en el huerto, con una superficie total de 30 metros cuadrados. Recientemente lo han completado con una nueva instalación de 36 metros en otra parte del huerto. Con ellas calientan el agua sanitaria, y los días que no hay suficiente luz lo completan con la caldera.

Desde hace tiempo, los monjes también utilizan la geotermia, en concreto acuatermia, es decir, recogen energía del agua subterránea y mediante una bomba de calor la transportan a la calefacción. Obtienen un rendimiento muy importante y con ello calientan, a través de suelo radiante, la entrada de la zona de visitas y el museo. También sirve como apoyo para calentar el agua cuando no hay suficiente insolación en los paneles solares. Actualmente el porcentaje de cobertura con energías renovables, biomasa, solar térmica y geotermia, llega al 82% del total, suma de la energía térmica más eléctrica. Por otro lado, desde 1907 los monjes poseen una minicentral hidroeléctrica de 200 kW en Covarrubias, a la vera del río Arlanza, que hasta mediados del siglo pasado abastecía las necesidades eléctricas del monasterio. Desde entonces no ha dejado de producir energía hidroeléctrica que actualmente se vierte a la red.

Sin duda Silos es ejemplo de cómo aprovechar los recursos y las energías renovables. Pero pasa como en el caso del Monasterio de Piedra, parece que se deja el peso en las instalaciones y no tanto en la reducción de la demanda.

Como último ejemplo tenemos en Monasterio de Poblet, catalogado como Monumento Nacional el 13 de Julio de 1921 (hoy en día, Bien de Interés Cultural, en la categoría de Monumento). Situado en el municipio de Poblet (Tarragona). Tipo de Clima B3. Se trata de un monasterio cisterciense, de hecho es uno de los más grandes y de los mejores ejemplos de la orden. Está configurado por tres recintos amurallados comunicados entre sí por puertas. Comenzó su construcción en 1163. En la actualidad sigue siendo monasterio cisterciense y alberga dos hospederías. Una interna, solo para hombres, ubicada dentro del monasterio en la que los huéspedes siguen el horario de los monjes. Y otra externa, inaugurada en 2010 con 42 habitaciones con todas las comodidades. Además el monasterio cuenta con visitas turísticas y sus museos.

El Monasterio de Poblet, ha reducido en un 50% su consumo de gasóleo durante los últimos años. Este ahorro ha sido posible gracias a la instalación de sistemas de suelo radiante y de aparatos aerotérmicos que permiten generar calor gracias a la misma acción del aire- y el mantenimiento de una temperatura estable de 21 grados en la mayoría de instalaciones del monasterio. La iluminación es también otro de los aspectos que el monasterio cuida para ahorrar energía, ya que las luces exteriores de la entrada son un modelo comprado en Austria que regulan la intensidad de la luz según la actividad y evitan la contaminación lumínica. Su objetivo futuro es desconectarse de la red eléctrica y ser autosuficientes.

Como en los casos anteriores, aunque hay que reconocer la apuesta por el ahorro energético y la innovación, las estrategias de mejoras van orientadas a ahorrar en el consumo y no en la demanda.

En general, es positivo que estos monasterios, y sobre todo los dos últimos que siguen teniendo su uso original, apuesten por la mejora de la eficiencia energética. Esto nos indica que realmente existe una preocupación por parte de los propietarios y usuarios de esta tipología constructiva para mejorar la eficiencia y adaptarse a las nuevas exigencias previstas para otros edificios sin que sea de obligado cumplimiento en su caso.

4.3. Conclusiones sobre el marco teórico.

Como podemos observar la búsqueda de una mejora en la eficiencia energética en los edificios históricos, empieza a ser una tendencia al alza. Fruto de esto, hemos podido analizar diferentes ponencias en congresos, proyectos de investigación, artículos, tesis, incluso intervenciones en edificios reales, que apuntan a que es posible pero con unas pautas concretas.

En todos los proyectos examinados, se concluye con que es importante un enfoque multidisciplinar, la formación en los diferentes aspectos que engloban una intervención en patrimonio y la gran aparición de la tecnología como ayuda indispensable en su desarrollo. Hemos visto que existen muchos estudios y proyectos orientados a desarrollar metodologías para abordar la intervención en edificios protegidos, pero no hemos encontrado proyectos en los que se desarrolle una metodología para la toma de decisiones a la hora de optar por una u otra solución. Además creemos que la incorporación de indicadores como la reversibilidad de las medidas, la compatibilidad, o el respeto de la apariencia estética, entre otros, deberían estar presentes si queremos elegir una solución con ciertas garantías de respetar las exigencias establecidas en la catalogación del propio edificio.

Nos quedamos con la siguiente reflexión extraída de la ponencia "Porqué valores patrimoniales y eficiencia energética":

"Si intentamos reducir al mínimo el encarnizamiento tecnológico de las instalaciones, si la envolvente poco nos puede dar, ¿qué es lo que nos queda? Nos queda el comportamiento del propio edificio, pero sobre el cual en realidad sabemos muy poco... Como dicta una regla general, para mejorar una situación es importante averiguar la raíz de las disfunciones, en este caso, ese desconocimiento...los edificios históricos son unos grandes desconocidos para los arquitectos formados a lo largo de la segunda mitad del siglo XX y principio de XXI...Sin duda, si bien los usuarios tenían unos niveles de exigencia menores que los actuales, sí habían desarrollado métodos que podían mejorar el comportamiento térmico que hoy desconocemos o despreciamos(González Moreno-Navarro et al. 2013)".

Partiendo de todas estas experiencias anteriores, esta tesis pretende poder ser otro granito de arena dentro de este campo divulgativo. En nuestro caso, siguiendo el esquema que se recoge en muchos de estos trabajos analizaremos los elementos constructivos característicos de la tipología de los monasterios. Ampliaremos el número de indicadores que se suelen utilizar para poder poner en valor las exigencias derivadas de la ley de protección de Patrimonio. Desarrollaremos la metodología de toma de decisiones mediante el diseño de una herramienta que nos ayude a evaluar y comparar las soluciones de rehabilitación energética. Y pondremos más hincapié en soluciones que tengan que ver con la envolvente, ya que han sido menos utilizadas y analizadas en casos reales. De modo que si en un edificio del tipo más protegido B.I.C. podemos aportar soluciones, otros edificios históricos menos protegidos también podrían aplicarse sin problemas.

Capítulo 5. Definición de la tipología constructiva

5.1. Introducción

Como hemos indicado el espectro de edificios protegidos en España es muy amplio y diverso, y como se trata de un acercamiento a la problemática de rehabilitación energética de los edificios protegidos, consideramos necesario analizar, en primer lugar, una tipología específica que nos permita concretar los elementos y sistemas que marcan la diferencia con otras edificaciones que no presentan problemas de conservación por motivos de interés cultural.

En este sentido, se ha elegido la tipología del monasterio porque consideramos que presenta dos elementos básicos para nuestro trabajo de investigación: En primer lugar se trata de edificaciones que presentan una fisonomía y características arquitectónicas reconocibles, además, según el catálogo del Plan Nacional de Abadías y Monasterios (2004), existen del orden de 557 monasterios y abadías catalogados como BIC en todo el Territorio Nacional y se trata de edificaciones que abarcan una variabilidad de estilos arquitectónicos al existir edificaciones fechadas desde el siglo XII al XX. Por último, las distintas intervenciones de rehabilitación que se llevan a cabo en estas edificaciones, además del mantenimiento del uso monacal, en el que en una gran parte de los casos se incluyen las visitas turísticas, también se contemplan los usos: hotelero, educacional, sanitario, asistencial, comercial, etc., por lo que consideramos que es una opción apropiada para su estudio.

No obstante parece oportuno concretar algunas de sus características definitorias para delimitar el tema objeto de nuestra investigación.

5.2. Concepto arquitectónico y funcional de un monasterio

Según la RAE, un monasterio es una casa o convento, ordinariamente fuera de poblado, donde viven en comunidad los monjes. Y si atendemos a la definición, en ningún momento se especifica que sea exclusivo de una religión. Este recogimiento espiritual ha sido una aparente necesidad en diferentes culturas y lugares. Nosotros nos centraremos en el monasterio cristiano y veremos sus variaciones según las diferentes órdenes monásticas.

A veces existe confusión entre los términos monasterio, convento, cenobio y abadía.

Un convento es un establecimiento religioso, generalmente cristiano y ubicado en un lugar natural donde los clérigos llevan una vida religiosa en comunidad. A diferencia de los monasterios, los conventos suelen estar en las ciudades. Este elemento conceptual tiene un enorme interés cuando se trata de realizar mejoras energéticas en el edificio.

El cenobio sería sinónimo del monasterio. Bien es verdad, que en ocasiones se utiliza para denominar aquellas primitivas comunidades cristianas que surgieron cuando se pasó del ascetismo en singular del anacoreta a la vida en comunidad. No obstante, en esta investigación no consideraremos la tipología de cenobio. Si, en cambio, incluiremos las abadías, dentro del concepto de monasterio planteado en esta investigación.

En cualquier caso estamos ante un conjunto de edificaciones establecidas, por lo general, fuera del entorno urbano, lo que permite un análisis de su comportamiento energético sin influencias derivadas de islas de calor o entornos contaminados climatológicamente hablando, lo que facilitará la evaluación de parámetros tipo.

5.3. Las partes del monasterio.

Desde el punto de vista energético también nos interesa conocer el desarrollo arquitectónico de este tipo de edificaciones, como paso previo a la evaluación de las soluciones de rehabilitación, más adecuadas.

Desde la óptica funcional, el monasterio en principio surgió como un lugar de recogimiento donde poder orar aislado del mundo exterior. Esta característica se reflejaba en su arquitectura. Se dice que la forma en la que se construyeron los monasterios estaba inspirada en la Abadía de San Gallen (Suiza) de la que se conserva un plano (Ilustración 5.3-1) trazado entre el año 816 y el 837. Un elemento importante, tanto desde el punto de vista de su función como de elemento de control climático de otras estancias, es la introducción del claustro y la relación del resto de las distintas dependencias con el mismo. Dado que no se trata de realizar un análisis exhaustivo, pero con el fin de poder contar con la mayor cantidad de datos posibles para nuestra investigación, hemos desarrollado la evolución histórica de los monasterios en España que está incluida en el anexo 2.

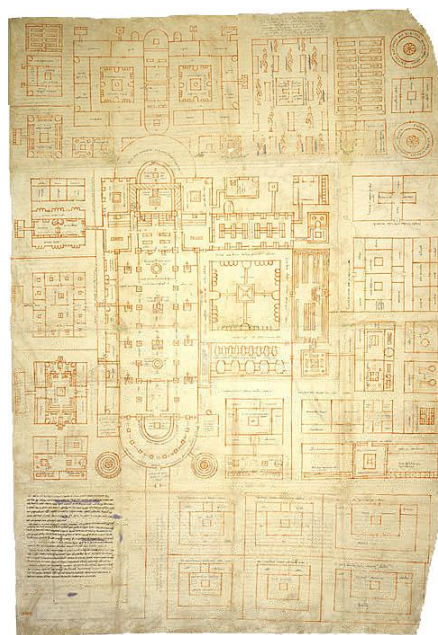


Ilustración 5.3-1 Plano original de la Abadía de San Gallen (Suiza) Fuente: Coloquio Paleografía (Vigil Montes 2012)

Es importante reseñar que se trata de edificaciones que por lo general eran cerradas hacia el exterior y abiertas en el interior. En la parte exterior, solía haber una tapia (claustra) que evitaba miradas indiscretas en ambos sentidos y en el interior, como ya hemos indicado, todo se organizaba alrededor de una gran claustro.

Aunque cada orden y cada monasterio podían albergar más estancias o menos, dependiendo de la época de construcción, la importancia del monasterio y las peculiaridades de cada orden, en general solía contar con las siguientes dependencias (Instituto Cervantes 2000):

- a) **El claustro:** el término proviene del latín *claustrum*, significa lugar cerrado. Se trata de la galería que cerca el patio principal. Este podía ser de una planta o de dos. El claustro era el eje principal del monasterio. Las demás dependencias se construían alrededor del mismo. Solía ser de forma cuadrangular. A sus cuatro galerías se les llama pandas. Habitualmente en el centro del mismo se situaba una fuente o un pozo. A medida que fueron creciendo los monasterios podían tener más de un claustro (Hospedería, legos, etc.)
- b) **La Iglesia:** Otra de las partes principales del monasterio era sin duda la Iglesia, era muy importante en la vida monacal ya que los monjes dedicaban gran parte del día a la oración.
- c) **Armarium o armariolum** (Ilustración 5.3-2): Situado en la galería oriental, junto a la puerta de los monjes, era un pequeño nicho excavado en el muro provisto de baldas y puertas de madera en donde se custodiaban los libros que se utilizaban durante la lectura en el claustro y también los libros litúrgicos. En ocasiones se aprovechó la parte más occidental de la sacristía para disponer en ella el armarium. Perderá su uso, transformándose en altares o lucillos sepulcrales, cuando el volumen de libros comience a crecer y se creen salas específicas destinadas a biblioteca.



Ilustración 5.3-2. A la izquierda armariolum de Santa María la Real de Aguilar de Campoo. A la derecha el de Santa María de Retuerta. Fuente: Elaboración propia

- d) **Calefactorio:** En época medieval es la única sala del monasterio provista de fuente de calor, al margen de las cocinas y la enfermería. Allí acudían los monjes a calentarse los días de mucho frío, a engrasar sus sandalias y a tonsurarse; los copistas acudían a calentar la tinta y los pergaminos; y también aquí se realizaban las sangrías (cuatro veces al año). El sistema de calentamiento solía ser una chimenea central o adosada a uno de los muros, aunque también se conservan ejemplos en los que se utilizó el sistema romano del hipocaustum. Con el tiempo perderá su función original y adquirirá otros usos.
- e) **Cilla:** Es una dependencia de servicio donde se guardan las provisiones del monasterio; generalmente presenta dos pisos: el inferior solía ser utilizado como bodega, el superior, para almacenar grano.
- f) **Compás:** Se trata del espacio abierto que precede a la entrada principal del monasterio; delimitado por una cerca, en él se levantaban diversas dependencias secundarias y los hogares de los servidores.
- g) **Lavabo:** Situado en el centro del claustro o junto a una de las galerías —la más cercana al refectorio—, a él acuden los monjes para lavarse las manos antes de entrar al refectorio y para las abluciones. En ocasiones se trata de un simple pozo o fuente, pero frecuentemente aparece cobijado bajo una estructura arquitectónica.
- h) **Locutorio** (Ilustración 5.3-3): Pequeña estancia situada generalmente cerca de la sala capitular en donde el prior puede hablar con uno o dos monjes, ordena las tareas a realizar durante la jornada, reparte el trabajo y entrega los instrumentos de labor. También en esta sala el maestro de novicios se reúne con los nuevos monjes para darles ánimos e instrucciones.



Ilustración 5.3-3. Locutorio en el Monasterio de Santa María la Real de Aguilar de Campoo.
Fuente: elaboración propia

- i) **Mandatum:** (Ilustración 5.3-4) La galería contigua a la iglesia recibe este nombre por celebrarse en ella el ritual del lavatorio de pies o mandatum todos los sábados y el Jueves Santo. Es denominada también «Galería de la Lectura» o «de la Colación», debido a que en ella se instalan los monjes para leer pasajes de los Padres y especialmente las Collationes antes del oficio nocturno de completas. Un banco, de madera o piedra, se situaba a lo largo del muro de la iglesia para servir de descanso a los monjes que leían y para facilitar la ceremonia del mandatum.



Ilustración 5.3-4. Mandatum del Monasterio-Hospedería de Santa Fé en Éparoz (Navarra)
Fuente: Elaboración propia

- j) **Refectorio:** Comedor común de los monjes, de planta rectangular, situado generalmente en la galería opuesta a la iglesia; las mesas se disponían a lo largo de los muros; la mesa del prior, en uno de sus extremos, presidía las demás. Las comidas se desarrollaban en silencio, roto tan solo por las lecturas de la Biblia que realizaba, generalmente desde un púlpito, uno de los monjes.
- k) **Cocina:** Era el lugar donde se preparaba la comida de los monjes, normalmente se encontraba contigua al refectorio.
- l) **Sacristía:** Sala generalmente abovedada que comunica directamente con el templo abacial, destinada a guardar los vasos sagrados, las vestimentas litúrgicas y otros objetos. También se preparan aquí el vino y el pan utilizados en los oficios.
- m) **Sala capitular:** Es una de las dependencias claustrales más importantes para la vida monástica; por ello, recibe un especial tratamiento arquitectónico y decorativo. Sentados sobre unas gradas de madera o de piedra situadas a lo largo de sus muros, los monjes se reúnen aquí diariamente para leer un capítulo de la regla —de ahí el nombre de «sala del capítulo»— que después era comentado por el abad. Además, en él, el abad da consejos espirituales, se tratan los sucesos importantes del monasterio, se distribuyen los trabajos y se termina con la confesión pública. En su interior solían ser enterrados los grandes abades.
- n) **Sala de monjes:** Denominada también scriptorium, es el lugar de trabajo intelectual de los monjes, donde escriben y realizan la copia de manuscritos. En

los primeros tiempos, antes de que se creasen salas específicas dedicadas a noviciado, también desempeñaba esta función.

- o) **Dormitorio o celdas:** Al principio se trataba de una gran dependencia donde dormían todos los monjes. Más adelante en muchos monasterios pasó a dividirse en celdas, de modo que cada monje tuviera su propio dormitorio. En los claustros que tenían dos plantas solía estar en la planta alta.

En la Ilustración 5.3-5 hemos incluido un plano genérico que responde a una tipología clásica de distribución de las distintas dependencias. En el apartado siguiente veremos cómo se organizaban estas estancias y que peculiaridades había según la orden religiosa a la que perteneciese el monasterio.

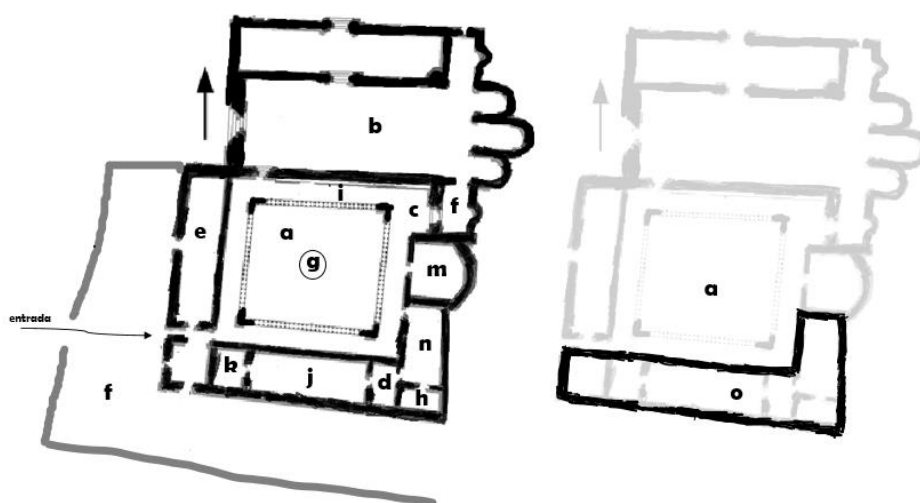


Ilustración 5.3-5. Plano de distribución general de un monasterio. Fuente: Elaboración propia

5.4. Tipos de monasterios según las órdenes.

5.4.1. Órdenes religiosos

Cómo hemos indicado anteriormente, los monasterios surgen como edificaciones de recogimiento y oración. En este sentido, las tipologías suelen responder a las reglas derivadas de cada orden religiosa. Una Orden religiosa (Vaticano 2010) responde a uno de los dos institutos religiosos reconocidos por la Iglesia Católica. Para comprender la definición canónica de los *Institutos de vida consagrada* es necesario aclarar dos conceptos: *instituto* y *vida consagrada*. Por una parte, cuando se habla de un *instituto* en el ambiente eclesiástico se entiende que con el curso del tiempo un determinado grupo o sociedad de personas, con unas particularidades que lo caracterizan, se han organizado de tal manera que han elaborado sus leyes y estas han sido aprobadas por una autoridad competente. Por otra, por *vida consagrada* se entiende la consagración hecha a Dios por medio de los consejos evangélicos de castidad, pobreza y obediencia.

Los dos tipos de institutos religiosos son las Órdenes religiosas y las Congregaciones religiosas.

Una orden de canónigos regulares, u *Ordo Canonicorum Regularium* en latín, es una orden religiosa católica formada por canónigos; es decir, sacerdotes de una comunidad que puede ser una canonjía, catedral, etc. que observan la vida en común, según una regla, y la combinan con el oficio clerical y la vida apostólica. Si son una comunidad femenina se llaman canónigas.

Su origen está en los capítulos catedralicios, donde los canónigos formaron comunidades viviendo juntos. Mayoritariamente, siguieron la *Regla de San Agustín*. Fueron el origen de algunas órdenes monásticas, que imitaron su manera de vivir.

No son comunidades monásticas, ya que el objetivo no es la vida contemplativa ni el «alejamiento del mundo», sino el ministerio público de los sacramentos y el apostolado. Tampoco son clérigos regulares, ya que al contrario de éstos, los canónigos regulares están vinculados a un lugar y una comunidad determinada y rezan la liturgia de las horas en comunidad. Los canónigos seculares, por el contrario, pertenecen a una comunidad de sacerdotes vinculada a una iglesia, pero no han hecho voto de vivir en comunidad.

Las primeras órdenes de clérigos regulares en sentido estricto se fundaron durante el siglo XVI. Sus miembros son sacerdotes que viven en comunidad y su principal función es la de ejercer un ministerio similar a la de los clérigos seculares, promocionando el culto divino y procurando la salvación de las almas, a través del servicio espiritual y temporal, la educación de la juventud, la predicación, el cuidado de los enfermos, etc. Los clérigos regulares, debido a sus actividades pastorales, muchas veces están dispensados de las exigencias de la vida comunitaria que caracterizan a las demás órdenes regulares.

Las Órdenes monásticas estaban formadas por monjes o monjas quienes viven y trabajan en el monasterio y recitan un Oficio común, Oficio divino o "liturgia de las horas". Su vida se conoce como *contemplativa*. Los monjes tenían la obligación del trabajo que les imponía la regla *ora et labora* (reza y trabaja) que era, muy comúnmente, trabajo físico (aunque la parte más dura la solían hacer los hermanos legos). La consideración del trabajo intelectual era equivalente a la del físico, y *laboratorium* o lugar de trabajo podía ser perfectamente el *scriptorium* donde se copiaban a mano los textos disponibles en las bibliotecas monásticas, que por muy reducidas que fueran eran los únicos lugares de transmisión del saber clásico durante la Alta Edad Media.

Órdenes mendicantes estaban formadas por frailes o monjas o hermanas quienes recitan el Oficio divino y tienen participación activa en el apostolado y viven de las limosnas. Los monjes de este nuevo tipo de vida serían llamados hermanos o frailes y no vivirían en monasterios sino en conventos que estaban en medio de las ciudades, para ellos se adoptó sobre todo la Regla de San Agustín. Así mismo la nueva estructura de organización no ligaba a los frailes a un solo convento, sino que el Superior General dictaba los traslados de cada uno para una mejor evangelización.

Las órdenes militares fueron instituciones religioso-militares creadas en el contexto de las Cruzadas como sociedades de caballeros cristianos (*miles Christi*), inicialmente para la defensa de los Santos Lugares (Templarios, Hospitalarios y del Santo Sepulcro) y luego aplicadas a la propagación o la defensa de la fe cristiana, ya fuera en Tierra Santa o en otros lugares, contra los musulmanes (como las órdenes militares españolas durante la Reconquista), contra los paganos (como la Orden Teutónica en el Báltico) o contra cristianos heréticos (como las *militia*

Christi que combatían a los albigenses). Los caballeros de las órdenes militares estaban sometidos a los votos canónicos de las órdenes religiosas, siendo "mitad monjes, mitad soldados". Posteriormente muchas órdenes se secularizaron.

Tabla 5.4-1. Relación de algunos ejemplos de las órdenes religiosas masculinas en España.

Órdenes religiosas	Canónicos regulares	Canónigos Regulares de San Agustín Mostenses, Premonstratenses, Canónigos Blancos o Norbertinos Orden de la Santa Cruz Hermanos Maristas Salesianos de Don Bosco
	Órdenes Monásticas	Cartujos Jerónimos Cistercienses Trapenses Benedictinos
	Órdenes Militares	Caballeros de San Juan de Jerusalén Temple Calatrava Alcántara Santiago Montesa
	Órdenes Mendicantes	Agustinos Descalzos Mínimos Agustinos Recoletos Carmelitas Descalzos Siervos de María Franciscanos Capuchinos Franciscanos Conventuales Dominicos Mercedarios Carmelitas Agustinos Trinitarios
	Clérigos regulares	Teatinos Padres de la Madre de Dios Escolapios Jesuitas

Con la denominación de "militares", "ecuestres" u órdenes de caballería se multiplicaron desde finales de la Edad Media y durante el Antiguo Régimen todo tipo de instituciones vinculadas de distintas maneras a los estamentos privilegiados (nobleza y clero); identificando a sus miembros con hábitos y cruces distintivas, muy usadas en heráldica.

En la Edad Contemporánea, perdidas sus funciones militares y políticas y su poder económico (desamortización), únicamente tienen un papel honorífico y representativo de determinados círculos sociales; aunque la Soberana Orden de Malta sigue teniendo consideración cuasi-estatal en las relaciones internacionales.

Las Órdenes militares españolas son un conjunto de instituciones religioso-militares que surgieron en el contexto de la Reconquista, las más importantes surgidas en el siglo XII en las Coronas de León y de Castilla (Orden de Santiago, Orden de Alcántara y Orden de Calatrava) y en el siglo XIV en la Corona de Aragón (Orden de Montesa); precedidas por muchas otras que no han perdurado, como las *Militia Christi* aragonesas de Alfonso I el Batallador, la Cofradía de Belchite (fundada en 1122) o la orden de

Monreal (creada en 1124), que tras ser reformadas por Alfonso VII de León tomaron el nombre de *Cesaraugustana* y en 1149, con Ramón Berenguer IV, se integran en la Orden del Temple. La portuguesa Orden de Avis respondía a idénticas circunstancias, en el restante reino cristiano peninsular.

Como podemos observar en la Tabla 5.4-1 existen muchas órdenes religiosas, pero no todas ellas vivían o viven en monasterios.

5.4.2. Órdenes religiosas en España en la Edad Media

En las órdenes religiosas en las que nos centraremos para el desarrollo de nuestra investigación, son aquellas que construyeron monasterios y que tienen su origen en la Edad Media, debido a que, por las características de su fundación, suelen ser edificaciones que han perdido gran parte de su uso y son edificaciones con un gran potencial de cara a su rehabilitación. Durante la Edad Media, surgieron en lo que hoy es España, una serie de Órdenes religiosas. Que dividiremos en:

Tabla 5.4-2. División de las órdenes religiosas. Fuente: Plan Nacional de Abadías, Monasterios y Conventos (IPCE 2011)

Órdenes según el carisma	El monacato	Orden Benedictina
		Orden Cisterciense
		Orden Cartuja
		Orden Premonstratense
	Órdenes mendicantes	Orden Franciscana
		Orden Dominica
		Otras Órdenes Mendicantes
		Orden Jerónima
	Órdenes españolas	Orden Concepcionista
		Orden Comendadoras

Para nuestra investigación, hemos considerado conveniente centrarnos en las órdenes monásticas, es decir, las pertenecientes al monacato (Tabla 5.4-2), ya que sus edificaciones presentan bastantes similitudes. En este aspecto y en lo referente al mundo monástico de Occidente, podemos ver que se reproducen una serie de modelos arquitectónicos concretos según la orden que funda el monasterio. A continuación describiremos cada una de ellas y sus principales características.

5.4.2.1. Los Benedictinos:

Los Benedictinos se regían por la Regla de San Benito de Nursia, su fundador en el año 528. La Regla consta de setenta y tres capítulos que se resumen en uno "Ora et Labora". La vida del monasterio se regula en 8 horas de oración, 8 horas de trabajo y 8 horas de descanso. Los tres votos esenciales eran: castidad, pobreza y obediencia. El benedictismo entró en la Península gracias a la reforma Cluniacense dejando sus primeras huellas en los Pirineos, primero en Cuxá y luego en San Juan de la Peña. Algunos ejemplos de monasterios de esta orden son: Ripoll, Dueñas, Nájera, Oña, Cardeña, Arlanza (Ilustración 5.4-1) y Silos.



Ilustración 5.4-1. Vista del Monasterio de San Pedro de Arlanza (Burgos) Fuente: Elaboración propia

Estos monasterios se organizaban tomando como eje vertebrador el Claustro; alrededor del cual, se disponían en resto de estancias principales, como la Iglesia, la sala capitular, locutorio, dormitorio, letrinas, calefactorio, refectorio, cocina de los monjes, cocina de los legos, bodegas, celda del limosnero, galilea, enfermería con seis celdas, hospedería, “criptas provistas de tinas donde podrán prepararse los baños para los monjes”, noviciado, celdas para los orfebres y maestros vidrieros. Así como otras dependencias como Biblioteca, la cilla, molinos, establos, talleres y granjas.

La iglesia solía situarse en la sopanda norte del claustro, expuesta su medianera al sol del mediodía. La cabecera del templo, así como la sacristía, la sala capitular, la biblioteca y el ala de los dormitorios siempre en la sopanda del naciente.

En la de mediodía se situaría la sala de los monjes (el calefactorio). Paralelo a la sopanda del mediodía del claustro estaría el scriptorium, el refectorio, sala de aliños y cocina. A poniente se situarían la cilla, el dormitorio de conversos, y la bodega.

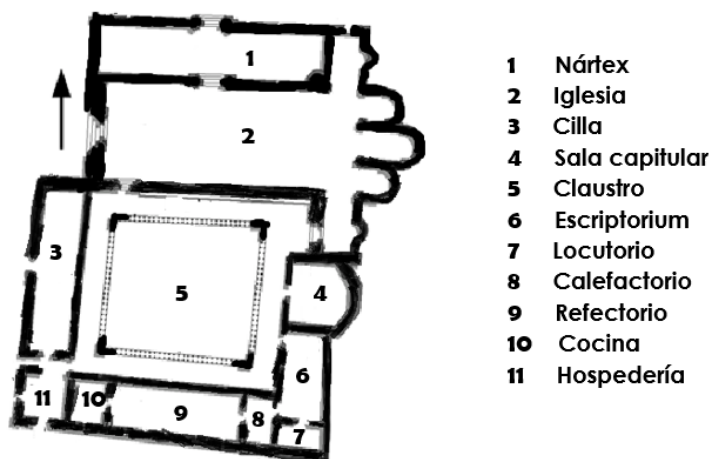


Ilustración 5.4-2. Plano distribución Monasterio de Silos siglo XII. Fuente: Elaboración propia

5.4.2.2. Los Cistercienses:

Nacen como respuesta al poder y peso económico que alcanzan los cluniacenses. Huyendo de la ostentación de Cluny, deciden volver al recogimiento y la pobreza y retomar la regla de San Benito desde un punto de vista más estricto. Aunque su fundación fue gracias al Abad Roberto, que junto otros 13 monjes benedictinos deciden abrir esta nueva senda, será Bernardo de Claraval quien impulsará la proliferación de los monasterios del Cister.

La huida de todo lo terrenal, se ve reflejado en la arquitectura de la orden, situando sus edificaciones en lugares remotos e inhóspitos. Dado que debían ser autosuficientes, era necesario que hubiera un río cerca, un bosque para proveerse de madera, huertas y prados para el ganado. También canteras para el aprovisionamiento de piedra para la construcción.

Se busca la máxima austeridad (Ilustración 5.4-3), por lo que evitaran el uso de decoraciones superfluas, uso de materiales como el oro, incluso el tallado de capiteles tan propio del románico.



Ilustración 5.4-3. Monasterio de Santa María de Montedera (Orense) Fuente: Elaboración propia

La Iglesia constaba de tres naves, en la central se disponía dos coros separados, uno para los monjes y otro para los conversos. En la actualidad este muro de separación se

ha sustituido por una reja. En el brazo norte del crucero suele estar la salida al cementerio y en el sur comunica con una escalera al dormitorio de los monjes. Los conversos tenían su propia entrada que daba al pasillo de los conversos, para evitar cualquier contacto con los monjes.

La cabecera de la iglesia podía ser de varias formas:

- Con el testero recto perteneciente a la planta en forma de "T" conocida como planta Bernarda. Como la de la de Valbona de las monjas o nuestra señora de Rueda.
- Con girola o deambulatorio. Suelen construirse tras la muerte de San Bernardo. Las encontramos en Veruela, Gradefes, Poblet y Fitero.
- Inspirado en el monasterio de las Huelgas, encontramos el de ábside poligonal de 5 o 3 paños, como en los monasterios de Bonaval y Piedra.
- También podemos encontrar ejemplos de ábsides semicirculares, del Románico, seguramente de factura local y de los primeros momentos de la orden.

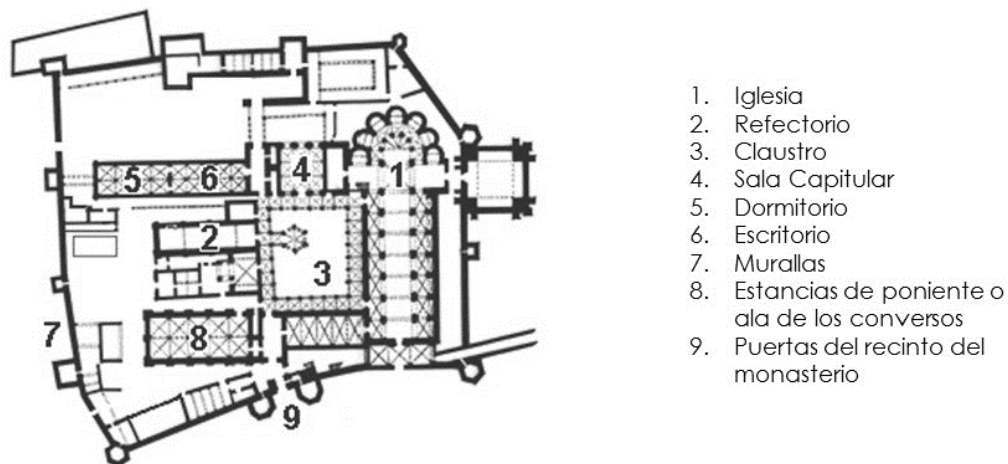


Ilustración 5.4-4. Plano del Monasterio de Poblet. Fuente: plano adaptado de la web del monasterio(Pla 1980)

En la panda este encontramos el armarium, la sala capitular y el locutorio. También se situaba el dormitorio que solía colocarse en la planta superior y solía comunicarse con la Iglesia. Era un gran espacio en el que los monjes dormían vestidos para estar preparados para ir a la oración.

En la panda opuesta a la Iglesia solía ubicarse la sala de los monjes, el calefactorio, el refectorio de los monjes, la cocina y el refectorio de los conversos. Frente al refectorio de los monjes, en el claustro se encontraba el lavatorio, que normalmente estaba

techado por una estructura y que servía para que se lavaran las manos antes de entrar a comer.

La cilla podía encontrarse o no en el claustro. A medida que estos monasterios crecían también lo hacían sus granjas y terrenos de labor. Los conversos se ocupaban del labrado de la tierra y el cuidado de las granjas. Además existían molinos, cuadras, talleres, etc.

Las peculiaridades principales de la arquitectura monástica en el Cister son, la división entre los conversos y los monjes; de modo que, aparece la división en la Iglesia, el callejón de los conversos que se abrirá paralelo a la sopanda de poniente. Por este callejón accederán los conversos a la cilla, a su refectorio, a la bodega, al dormitorio de legos y la su sección de la Iglesia, todo esto sin ser vistos por los monjes.

Además también es característico que la sala de monjes, el refectorio, la cocina se situaran, haciendo una especie de peine, perpendiculares a la sopanda del mediodía del claustro.

5.4.2.3. Los Cartujos:

Fundados por San Bruno. Los cartujos se caracterizan por vivir una vida eremítica pero dentro de una comunidad. Ellos buscan silencio y soledad.

En España se fundaron 21 cartujas, siendo algunos ejemplos Miraflores (Burgos), Jerez, El Paular (Madrid), La cartuja de Granada, etc.

Los monjes vivían en sus celdas y en ellas pasaban la mayor parte del día, por lo que el trabajo del monasterio lo hacía los conversos o hermanos legos.



Ilustración 5.4-5. Esquema de planta de la Cartuja de Scala Dei. Fuente: Gaità Barraquer (Barraquer i Roviralta 1906)

El monasterio se dividía en tres claustros: el Claustillo, el Gran Claustro y el Patio de la Obediencia.

El Claustillo alberga la iglesia, la sala capitular, el refectorio y alguna capilla. La iglesia estaba dividida en dos partes, una para los monjes y otra para los conversos, también existen dos salas capitulares. Como novedad existe un solo refectorio, pero dividido por un muro y una puerta.

El Gran Claustro contiene el cementerio y alrededor de él se articulan las celdas de los monjes. Sólo consta de una planta. En las galerías del claustro sólo podemos ver las puertas de las celdas y al lado de cada puerta una portezuela por la que se le pasaba al monje la comida y la bebida.

El Patio de la Obediencia, agrupa talleres y almacenes que el procurador vigila y ordena en silencio.

La celda cuenta con dos plantas y cada celda solo será ocupada por un monje. En la planta baja se encuentra la entrada, el torno, la leñera, el taller y la entrada al patio o jardín. También el lugar donde se asea el monje. A la planta superior se accede por una pequeña escalera donde se encuentra el cubículo donde duerme, estudia, come y reza.



Ilustración 5.4-6. Detalles de las celdas de la Cartuja del Paular. Fuente: Elaboración propia

En las imágenes anteriores (Ilustración 5.4-6) podemos ver detalles de las celdas de la Cartuja del Paular (Madrid). Podemos observar la chimenea que servía al monje para calentarse. En las imágenes de la derecha se aprecia el aspecto aproximado que

tendría el patio de la celda con zonas para cultivar. Pegado a la tapia existía una canalización de agua para que el monje se aseara y regara el huerto. Podemos observar como existía un pequeño porche o zona techada en la zona de acceso al patio desde la celda. Sin duda la celda cartuja será el rasgo diferenciador, con el resto de órdenes desde el punto de vista no solo arquitectónico sino de relación con la comunidad.

5.4.2.4. Los premonstratenses:

Fundada por San Norberto, la singularidad de esta orden radica en que está a caballo entre la vida contemplativa y la apostólica. De hecho, se les podría considerar los precursores de las órdenes mendicantes. Aunque comenzaron como una orden monástica más tarde se convertirían en Canónigos Regulares.

Al hablar del carisma de la Orden, diferentes autores discrepan sobre si existe o no una arquitectura propia de la orden premostratense. Debemos decir, que existe muy poca documentación sobre esta orden en comparación con los Benedictinos, Cistercienses o Cartujos. Un hecho que sin duda influyó mucho fue la desaparición de la orden en su rama masculina en la península y que sólo queden dos monasterios femeninos en la actualidad. Aunque existe bibliografía a favor y en contra, en nuestro caso hemos optado por investigar la situación actual de los monasterios existentes y hacer un estudio comparativo entre ellos para dilucidar si existen similitudes. El desarrollo de este estudio se encuentra en el anexo 3: Arquitectura Premostratense. En este apartado resumiremos las conclusiones a las que hemos llegado.

En cuanto a la distribución en planta (Ilustración 5.4-7), no existen demasiadas diferencias con respecto a los monasterios de las órdenes benedictina y cisterciense. Encontramos el claustro como eje vertebrador de la construcción. Con forma cuadrangular, compuesto por cuatro pandas.

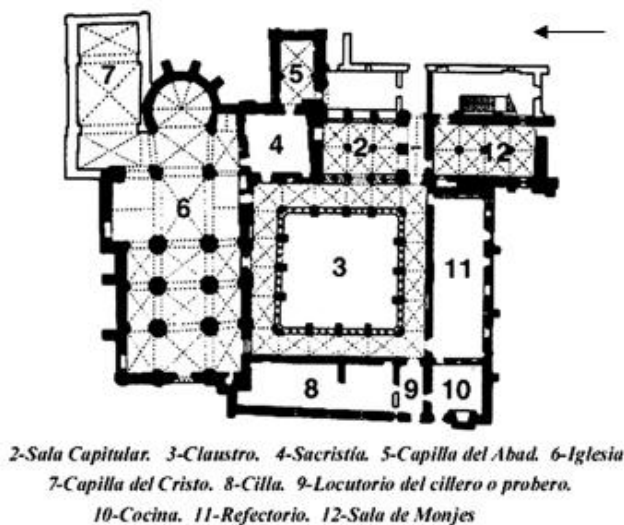


Ilustración 5.4-7. Planta de distribución de Santa María de Aguilar de Campoo. Fuente: Peridis

Se sitúa por lo general la iglesia en la panda norte, con la cabecera hacia el este. Como excepción tenemos el caso de Monasterio de la Vid en el que la Iglesia se encuentra en la panda sur. En la panda este, siempre encontramos la sala capitular y la sacristía. En la panda contraria a la Iglesia, en casi todos los casos la sur, encontramos el refectorio y la cocina, en algunos casos también el Desiderio. En la cocina solía haber una chimenea. La despensa podía estar seguida de la cocina en la panda sur o en la panda oeste.

Aunque se ha querido comparar la arquitectura premostratense con la cisterciense, en el que caso de la Iglesia vemos más diferencias que similitudes. No nos consta que existiese girola en los templos premostratenses y en cuanto a los ábsides, no encontraremos ábsides con el testero recto, al gusto de San Bernardo, sino semicirculares y abovedados en piedra. Y en ocasiones, con formas poligonales como es el caso de Bellpuig de les Avellanes o Santa María de la Vid.

Un elemento que atestigua el uso de estas iglesias por parte de gente ajena a la comunidad es el uso del púlpito, la espadaña a los pies de la Iglesia y las entradas tanto desde el claustro para la comunidad, como desde el exterior, para los fieles.

Una de las estancias que diferencia a los templos premostratenses de los demás es la llamada capilla del abad. Esta capilla que se situaba habitualmente al este de la sacristía a través de la cual se comunicaba con la Iglesia.

Capítulo 6. Base de datos de las abadías, monasterios, y conventos B.I.C.

6.1. Introducción.

Cuando empezamos a estudiar el alcance de la tesis, nos dimos cuenta de que no existía una relación de los monasterios Bien de Interés Cultural y su estado actual. La única fuente en la que se aborda el tema es en el Plan Nacional de Abadías, Monasterios y Conventos, elaborada por el IPCE (IPCE 2011). Dicho plan nace con el objetivo de recabar la máxima información actualizada de los Bienes Inventariados, a fin de poder establecer estrategias de intervención futuras. Para dicho fin crea una serie de fichas con datos sobre el edificio para que sean cumplimentadas y se elabora un listado de todos los Monasterios, Abadías y Conventos declarados Bien de Interés Cultural. Por lo tanto hasta que dicho plan tomase forma y se realizase la Base de datos pertinente, nos encontrábamos sin saber cuál era la situación actual de los Monasterios.

En el inventario recogido en el Plan, solo vienen reflejados el nombre del Bien, comunidad autónoma a la que pertenece, provincia y localidad en la que se encuentra ubicado. Por tanto, ni siquiera podíamos saber cuáles de ellos eran monasterios, cuáles abadías y cuáles conventos.

Para resolver este problema, decidimos crear una base de datos propia basándonos en el listado de bienes recogidos en el plan y recabando aquellos datos que serían de interés para nuestra investigación. En adelante denominaremos nuestra base como BAMC (Base de Abadías, Monasterios y Conventos).

Aunque nos vamos a centrar en los monasterios, que son el objeto de esta tesis, la base se ha completado para todos los registros; es decir, también para Abadías y Conventos. Con esto dejamos el trabajo hecho para en un futuro ampliar el sistema de evaluación a conventos y abadías, y además que los datos recogidos puedan servir como base para otras investigaciones. También nos servirá para poder establecer comparativas con los monasterios.

Hemos elaborado la base de datos en formato Access ya que es un programa de uso común y fácil manejo, para que pueda ser utilizada y consultada. Dicha base de datos se adjunta a esta tesis como un archivo llamado "BAMC".

A continuación describiremos los campos que se han utilizado en la realización de la base de datos (Tabla 6.1-1).

Tabla 6.1-1. Descripción de los campos utilizados en la Base de Datos. Fuente: Elaboración propia

Campo	Descripción
Nombre	Nombre del Bien.
Comunidad Autónoma	Comunidad Autónoma a la que pertenece.
Provincia	Provincia a la que pertenece.
Municipio	Municipio en el que se ubica.
Orden fundadora	Orden que funda el Bien (la que lo convierte en monasterio o convento). La orden que marca las características generales del bien.
Género de la Orden	Si fue una orden masculina, femenina o dúplice.
Alberga orden	Si en la actualidad alberga orden.
Conserva orden	Si la orden actual coincide con la fundadora.
Género de la Orden	Si es masculino o femenino en la actualidad.
Tipo de edificio	Si es monasterio, convento, abadía u otro tipo de edificio.
Estado de conservación	Bueno, malo, si solo se conserva la iglesia o alguna parte en concreto.
Habitable	Si es un lugar habitable, con cubierta, carpinterías, instalaciones, etc.
Observaciones	Datos sobre la propiedad actual, o algún dato que sea relevante o aclaratorio sobre el estado de conservación o cualquier otro campo.
Fábricas de	Fábricas de los muros de fachada.
Otras fábricas	Más tipos de fábricas cuando exista más de un tipo.
Cubierta	Material de cubrición de la cubierta.
Web	Página web propia del bien u otra en la que se hable del mismo y nos permita identificarlo o contactar con él.
Uso religioso	Si el uso actual es religioso, sigue siendo monasterio o convento o iglesia con culto.
Uso turístico	Si se realizan visitas o es un atractivo turístico.
Uso Hotelero	Si es hotel, hospedería, albergue, etc.
Uso Administrativo	Si es sede de algún organismo público.
Uso Educativo	Si se trata de un colegio, universidad, instituto, etc.
Uso Museo	Si alberga un museo o sala de exposiciones.
Uso Cultural	Si se realizan actos culturales.
Sin Uso	Abandonado, cerrado o carente de uso.
Otros usos	Otros usos no contemplados en los anteriores epígrafes.

Para cumplimentar los datos, hemos recurrido a bibliografía sobre los monasterios, páginas webs propias de los bienes, bases de datos de bienes culturales tanto de las comunidades autónomas como la nacional del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (Ministerio de Educación 2010), noticias en prensa, etc. Se han revisado varias fuentes a fin de contrastar los datos. También hemos visitado muchos de ellos.

De los 558 registros que aparecían en el listado del Plan Nacional de Abadías, Monasterios y Conventos (IPCE 2011), hemos revisado uno por uno y hemos encontrado algunos errores.

El propio plan Nacional resaltaba en su listado algunos de los registros en otro color porque estaban en proceso de verificación por varios motivos:

- Porque no había información sobre ellos en las fuentes.
- Porque que no estaba claro que estuvieran incoados BIC por ausencia de sus datos básicos en las fuentes oficiales.
- Porque no era un Bien Protegido pero sí su entorno.
- Porque no estaba claro su uso monacal.

Hemos comprobado los registros resaltados en el plan (Tabla 6.1-2). Los que tienen un signo de verificación es que sí son BIC, si pone I es que están Incoados pero no aprobados todavía y los que pone IP es que tienen una Incoación Provisional porque se está realizando alguna verificación. En Info reflejamos si hemos encontrado o no información sobre el Bien. En Observaciones aclaramos alguna situación.

Tabla 6.1-2. Registros pendientes de verificación que aparecen sombreados en el Plan. Fuente: Elaboración propia

Nombre del Bien	Ubicación	BIC	INFO	OBSERVACIONES
Castillo de la Iruela	La Iruela (Jaén)	✓	SÍ	
Convento del Santo Desierto de Nuestra Señora de las Nieves	El Burgo (Málaga)	IP	SÍ	
Convento Renacentista de Los Arcos	Teruel (Teruel)	I	NO	No queda claro el registro. Los arcos es un acueducto. El otro palacio renacentista fue un edificio civil
Convento de San Francisco de Tarazona	Tarazona (Zaragoza)	NO	SÍ	
Monasterio de San Jorge	Tauste (Zaragoza)	I	SÍ	
Iglesia Parroquial en el Monasterio de Hermo	Cangas de Narcea (Asturias)	✓	SÍ	
Monasterio de Nuestra Señora	Burgos (Burgos)	✓	NO	No nos queda claro el registro
Monasterio de Fresdelval	Quintanilla Vivar (Burgos)	NO	SÍ	
Convento de la Merced	Ciudad Real (Ciudad Real)	NO	SÍ	
Antiguo convento de San Agustín el Viejo	Talavera de la Reina (Talavera de la Reina)	NO	SÍ	
Monasterio de Sant Cugat del Valles	Sant Cugat del Valles (Barcelona)	NO	SÍ	
Monasterio de Santa María	Viver i Serrateix (Barcelona)	✓	SÍ	
Monasterio de Santa María	Viver i Serrateix (Barcelona)			Registro repetido
Monasterio de Santa María de Riudaura	Riudaura (Girona)	NO	SÍ	
Convento de los Mercedarios	La Portella (Lleida)	I	NO	No queda claro el registro, no encontramos información
Convento de Nuestra Señora de la Merced	Santa Coloma de Queralt (Tarragona)	✓	SÍ	
Antiguo convento de Santa Eulalia	Mérida (Badajoz)	✓	SÍ	
Exconvento de Santa Clara	Mérida (Badajoz)	NO	SÍ	

Convento de Luriana	Puebla de Obando (Badajoz)	IP	SÍ	Está mal escrito el registro es el convento de Loriana
Convento de las Jerónimas	Trujillo (Cáceres)	NO	SÍ	
Convento de San Vicente Do Pino	Monforte de Lemos (Lugo)	NO	SÍ	
Monasterio de Ramiranes	Villamea (Orense)	I	SÍ	Visitamos el monasterio
Palacio del Marqués de Monasterio	Logroño (La Rioja)	I	NO	Encontramos información del palacio pero no queda claro que fuera un convento o monasterio
Iglesia del Convento de Sena	Palma de Mallorca (Islas Baleares)	✓	SÍ	
Ermita-Monasterio de San Pedro de Gazaga	Dicastillo (Navarra)	IP	SÍ	
Monasterio de Santa María de Zamarce	Huarte-Araquil (Navarra)	✓	SÍ	
Monasterio de Yarte	Iza (Meridad de Pamplona)	✓	SÍ	
Convento de Nuestra Señora del Consuelo, de Brígidas de Lasarte	Hernani (Guipúzcoa)	✓	SÍ	
Convento de Benissa	Benissa (Alicante)	NO	SÍ	
Convento de San Francisco	Morella (Alicante)	NO	SÍ	

Por nuestra parte hemos encontrado algunos elementos discordantes que recogemos en la Tabla 6.1-3.

Tabla 6.1-3. Registros en los que hemos encontrado datos a verificar. Fuente: Elaboración Propia

Nombre del Bien	Ubicación	BIC	INFO	OBSERVACIONES
Convento de San Francisco	Cabana de Bergantiños (A Coruña)	NO	NO	No encontramos información
Convento de Nuestra Señora de la Soledad	Santa María del Camí (Illes Balears)	✓	SÍ	Está repetido, el Convento de Mínimos y éste de la misma localidad, son el mismo edificio
Convento e Iglesia de Madres Reparadoras en Madrid	Madrid (Madrid)	✓	SÍ	Está repetido, es el mismo que Convento de Reparadoras en Madrid
Convento de la Madre de Dios de Monteagudo	Montilla (Córdoba)	✓	NO	No encontramos información
Monasterio de San Lorenzo	San Lorenzo del Escorial (Madrid)	✓	SÍ	Está repetido es el mismo que Monasterio El Escorial
Paraje que rodea El Monasterio San Salvador de Lerez. San Salvador de Lerez	Pontevedra(Pontevedra)	✓	SÍ	Se trata de la zona que rodea al Monasterio que aparece en el registro Monasterio de San Salvador (Lérez, Pontevedra).
Monasterio de Santa María	La Baronía de Rialb (Lleida)	✓	SÍ	Está repetido, es el mismo que el registro Monasterio de Santa María (Baronia de Rialp, Lleida)
Castillo. La Abadía (edificación fortificada)	Vilamalla(Girona)	✓	NO	No encontramos información
Convento de Franciscanos	Bellpuig (Lleida)	✓	SÍ	Repetido, es el mismo que el registro Convento de San Bartolomé (Bellpuig, Lleida)

Hemos sombreado aquellos elementos que hemos decidido eliminar de la lista porque o bien no son BIC o bien no tenemos suficiente información como para cumplimentar los campos. Echamos en falta algunos monasterios en la lista como por ejemplo la Cartuja de Miraflores en Burgos. En nuestro caso incluiremos La Cartuja en la base de datos.

También hemos encontrado monasterios de los que ya no queda nada, como el Convento de Santa Clara en Benavente y el Convento de la Concepción en Éibar, ambos demolidos.

En resumen, de los 558 registros que teníamos, hemos eliminado 26 y hemos incluido 1. Por lo que finalmente contamos con 533 registros.

Una vez puestos al día todos los registros, pasaremos a analizar los datos.

6.2. Número de Monasterios.

Uno de los objetivos de realizar la base de datos era poder saber el número de monasterios. El término monasterio es muy amplio, en nuestro caso sólo recogeremos los monasterios pertenecientes a El Monacato; es decir, Benedictinos, Cistercienses, Cartujos y Premostratenses, aunque existen monasterios anteriores y conventos que se denominan monasterios.

Si hacemos esta distinción, encontramos que de los 553 registros, 158 son monasterios (Tabla 6.2-1).

Tabla 6.2-1. Número de Monasterios según su orden fundacional. Fuente: Elaboración propia

Orden fundadora	Monasterios
Benedictinos	84
Cistercienses	61
Cartujos	5
Premostratenses	8

6.3. Situación geográfica.

A continuación recogemos en una tabla dónde están situados y cuantos hay por provincia y Comunidad Autónoma (Tabla 6.2-2).

Tabla 6.2-2. Distribución geográfica de los monasterios según su distribución geográfica. Fuente: Elaboración propia

Comunidad Autónoma	Provincia	Total Provincia	Total comunidad
Andalucía	Cádiz	1	5
	Córdoba	1	
	Granada	1	
	Sevilla	2	
Aragón	Huesca	5	9
	Zaragoza	4	
Principado de Asturias	Asturias	6	6
Canarias	Tenerife	1	1
Cantabria	Cantabria	1	1
Castilla y León	Ávila	1	46
	Burgos	11	
	León	10	
	Palencia	7	
	Salamanca	2	
	Segovia	5	
	Soria	1	
	Valladolid	7	
Castilla la Mancha	Zamora	2	11
	Cuenca	1	
	Guadalajara	5	
	Toledo	5	
Cataluña	Barcelona	10	31
	Girona	11	
	Lleida	8	
	Tarragona	2	
Galicia	A Coruña	6	26
	Lugo	6	
	Ourense	8	
	Pontevedra	6	
La Rioja	La Rioja	4	4
Baleares	Islas Baleares	1	1
Comunidad de Madrid	Madrid	6	6
Navarra	Navarra	7	7
País Vasco	Álava	1	1
Comunidad Valenciana	Castellón	1	3
	Valencia	2	

Como podemos observar, existen monasterios en la mayoría de las comunidades autónomas, pero suelen concentrarse al norte y centro. Tiene que ver porque estas órdenes empezaron a fundar monasterios por el norte y fueron bajando por la península a medida que avanzaba la Reconquista.

6.4. Órdenes fundacionales.

Tabla 6.4-1. Número de monasterios por orden fundacional y género. Fuente: Elaboración propia.

Orden fundadora	Monasterios	Masculinos	Femeninos	Dúplice
Benedictinos	84	73	10	1
Cistercienses	61	37	23	0
Cartujos	5	5	0	0
Premonstratenses	8	7	1	0

Como podemos observar en la Tabla 6.4-1 mayoritariamente son monasterios fundados por la rama masculina de las respectivas órdenes. El dato es importante

porque dependiendo del género solían tener rasgos arquitectónicos diferenciadores. Hemos de decir que lo Premostratenses, probablemente en la mayoría de las fundaciones comenzaran siendo monasterios dúplices, pero existe gran controversia sobre este tema, por lo que recogeremos el número de los que podemos constatar la información. Para saber más sobre este tema se puede consultar el anexo 3: arquitectura premostratense.

En cuanto a su distribución geográfica, en la (Tabla 6.4-2), podemos ver el número de monasterios B.I.C. que han llegado a nuestros días según su orden fundacional.

Tabla 6.4-2. Distribución geográfica según la orden fundacional. Fuente: Elaboración propia.

Orden fundadora	Comunidad Autónoma	Provincia	Monasterios provincia	Monasterios totales
Benedictinos	Aragón	Huesca	4	84
	Asturias	Asturias	5	
	Castilla y León	Burgos	6	
		León	4	
		Palencia	3	
	Castilla La Mancha	Segovia	2	
		Cuenca	1	
		Guadalajara	1	
	Cataluña	Toledo	2	
		Barcelona	10	
		Girona	11	
	Galicia	Lleida	4	
		A Coruña	5	
		Lugo	4	
		Ourense	5	
		Pontevedra	5	
	La Rioja	La Rioja	3	
	Madrid	Madrid	4	
	Navarra	Navarra	4	
	Comunidad Valenciana	Valencia	1	
Cistercienses	Andalucía	Córdoba	1	61
		Sevilla	2	
	Aragón	Huesca	1	
		Zaragoza	4	
	Asturias	Asturias	1	
	Canarias	Tenerife	1	
	Cantabria	Cantabria	1	
	Castilla y León	Ávila	1	
		Burgos	3	
		León	5	
		Palencia	2	
		Segovia	3	
		Soria	1	
		Valladolid	6	
		Zamora	2	
	Castilla La Mancha	Guadalajara	4	
		Toledo	3	
	Cataluña	Lleida	3	
		Tarragona	2	
	Galicia	A Coruña	1	
		Lugo	2	
		Ourense	3	
		Pontevedra	1	

Cartujos	La Rioja	La Rioja	1	5
	Madrid	Madrid	1	
	Navarra	Navarra	3	
	País Vasco	Álava	1	
	Comunidad Valenciana	Castellón	1	
		Valencia	1	
	Andalucía	Cádiz	1	
		Granada	1	
	Baleares	Islas Baleares	1	
	Madrid	Madrid	1	
Premostratenses	Castilla y León	Burgos	1	8
		Burgos	1	
		León	1	
		Palencia	2	
		Salamanca	2	
		Valladolid	1	
	Cataluña	Lleida	1	

6.5. Órdenes actuales.

En órdenes actuales recogeremos cuáles son las órdenes que habitan los monasterios en este momento, ya sea porque conserven la misma orden que lo fundó, ya sea porque el monasterio fuera adquirido por otra orden diferente. Como podemos comprobar (Tabla 6.5-1) muchos de ellos siguen conservando el uso original, incluso la orden fundacional.

Tabla 6.5-1. Correlación entre orden fundacional y orden actual. Fuente: Elaboración propia.

Orden fundadora	Albergan Orden	Conservan orden	Nueva orden
Benedictinos	24	15 (9 masculino) (6 femenino)	Trapenses
			Sacerdotes
			Redentoristas
			Mercedarios
			Franciscanos
			Agustinos recoletos
			Teatinos
			Clarisas
			Capuchinas
Cistercienses	27	22 (18 femenino) (2 masculino)	Franciscanos
			Trapenses
			Monjas trapenses
			Carmelitas samaritanas
			Cartujas
Cartujos	3	2 (1 masculino) (1 femenino)	Benedictinos
Premostratenses	4	1 (femenino)	Agustinos
			Padres
			Reparadores
			Hermanos Maristas

6.6. Usos Actuales.

Actualmente se ha diversificado mucho el uso o actividades dentro de los monasterios (Tabla 6.6-1). Por lo general ya no existe un único uso, se suelen combinar varias actividades en un mismo edificio. De aquí la importancia de la rehabilitación energética, ya que muchos de ellos ahora tienen usos en los que se exige un alto estándar de confort como el de uso hotelero.

Tabla 6.6-1. Usos actuales de los monasterios según la orden. Fuente: Elaboración propia.

TIPO DE USO	BENEDICTINOS	CISTERCIENSES	CARTUJOS	PREMOSTRATENSES
RELIGIOSO	52	29	3	5
TURÍSTICO	58	45	5	6
HOTELERO	21	19	2	5
ADMINISTRATIVO	4	5	0	0
EDUCATIVO	2	4	0	2
MUSEO	8	6	0	1
CULTURAL	1	3	0	0
SIN USO	3	5	0	0
OTROS USOS	6	3	1	1

Como podemos ver (Ilustración 6.6-1) el uso más extendido es el turístico, el 37% de los monasterios tienen un reclamo turístico y pueden ser visitados. El 29% siguen teniendo un uso religioso bien como casa de una comunidad o como iglesia con culto. El uso hotelero ostentaría el tercer lugar, sobre todo como hospedería.

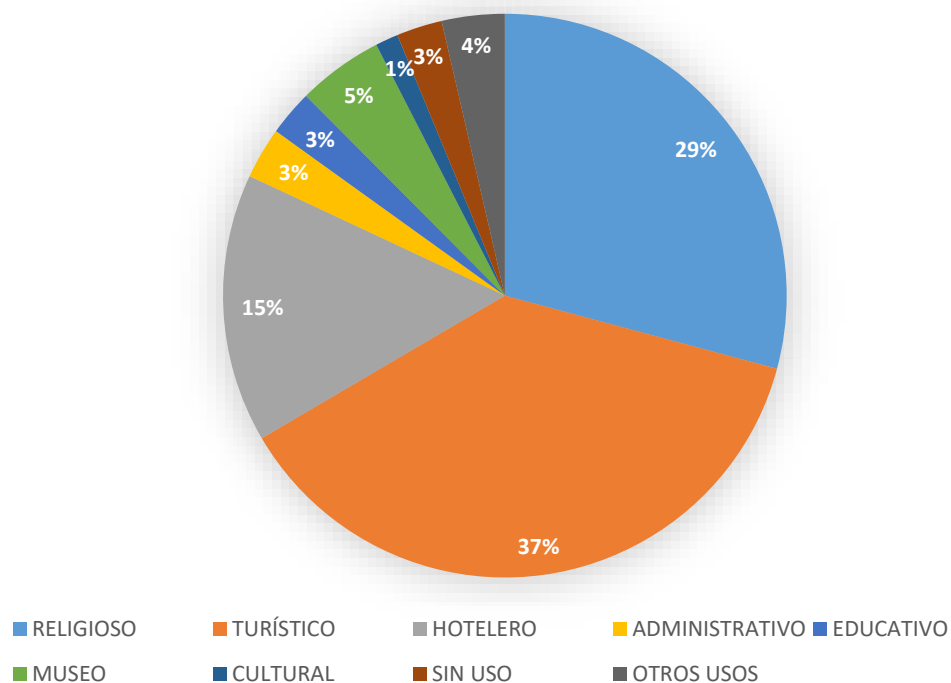


Ilustración 6.6-1. Distribución de los usos actuales en los monasterios. Fuente: Elaboración propia

Sin embargo si analizamos todos los registros de la BAMC (Ilustración 6.6-2) incluyendo todas las tipologías, podemos observar como el uso religioso sigue siendo el predominante, seguido por el turístico. El hotelero siguen en tercer lugar pero con un porcentaje mucho más bajo.

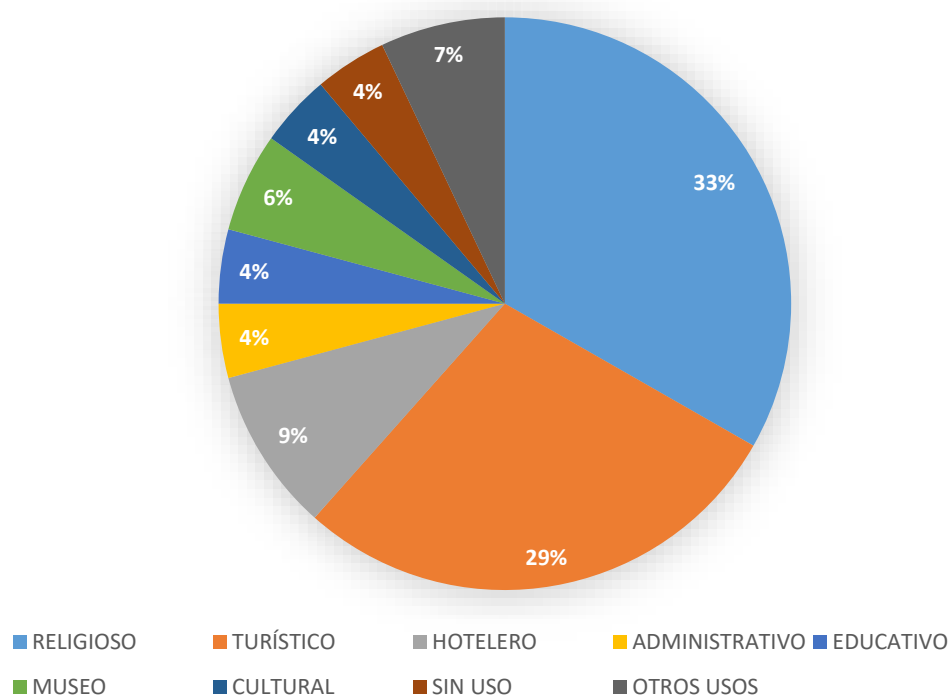


Ilustración 6.6-2. Distribución de los usos actuales en los Conventos, Abadías y Monasterios. Fuente: Elaboración propia

Vemos que existe un porcentaje de edificios sin uso que corresponde con 37 edificios del total de la base de datos, de los cuales 8 son monasterios.

6.7. Conservación y Habitabilidad.

En este apartado recogemos el estado de conservación actual del edificio y si se trata de un lugar habitable. Hemos incluido el campo de habitable, porque en nuestro caso no sólo nos interesa que el bien se encuentre en buen estado, sino que es importante que pueda ser rehabilitado energéticamente, y para eso necesitamos contar con espacios habitables.

Si observamos la Tabla 6.7-1, es positivo que la mayoría de los monasterios, tenga un buen grado de conservación, aun cuando no queda el conjunto completo. En total hay 20 que consideramos que tienen un mal estado de conservación.

Los registros que aparecen sombreados en verde como habitables serán los edificios para que se ha creado el sistema de evaluación de soluciones de rehabilitación energética en monasterios B.I.C.

Tabla 6.7-1. Estado de conservación según la orden fundacional. Fuente: Elaboración propia

Estado de Conservación	BENEDICTINOS	CISTERCIENSES	CARTUJOS	PREMOSTRATENSES
Bueno	55	48	5	7
Malo	10	9	0	1
Sólo algunas partes	1	0	0	0
Sólo Claustro	0	0	0	0
Sólo Claustro y Fachada	0	0	0	0
Sólo Iglesia	11	2	0	0
Sólo Iglesia y algunas dependencias	6	2	0	0
Sólo Iglesia y Claustro	1	0	0	0
Habitable	67	51	5	6

6.8. Conclusiones.

De los 58 monasterios que albergan orden en la actualidad, encontramos que su estado de conservación es bueno en todos los casos menos en uno que sólo conserva la iglesia, y además en todos los casos son habitables.

Los 8 monasterios en los que no hay uso se encuentran en mal estado de conservación.

En el caso de la base completa BAMC aquellos que albergan orden pero además la conservan (153) tienen un buen estado de conservación, solo en dos casos sólo conservan la iglesia y además en todos los casos son habitables menos en un caso por problemas con la cubierta. De los 54 que no conservaban orden, en 5 casos sólo conservaban la iglesia o algunas partes y el un caso el estado de conservación era malo. 52 de ellos eran habitables.

Los 37 edificios de la base completa que están sin uso, sólo en 4 de los casos eran habitables, en la mayoría de los casos el estado de conservación era malo.

Estos datos vienen avalados por su trasfondo histórico. Con la exclaustación, la mayoría de los monasterios fueron abandonados, sobre todo los masculinos. Durante un largo periodo, los que permanecieron sin uso, se perdieron en gran parte. Aquellos que fueron destinados a algo, aunque fuera a fábrica, cuartel o establo, conservaron muchas de sus partes, porque por motivos de su uso se les hacía cierto mantenimiento. En el caso de aquellos monasterios que rápidamente volvieron a albergar orden o incluso su propia comunidad no fue exclaustada, por lo general en el caso de monasterios femeninos, son los que en mejor estado de conservación se encuentran.

Aquellos monasterios que han permanecido o permanecen abandonados son los que en peor estado podemos encontrarlos.

Otro dato importante, es el hecho de que estos edificios aun teniendo un uso primigenio tan marcado como el religioso, actualmente la mayoría ya no tienen ese uso o sólo ese uso. Es muy curioso como el uso turístico es el más común, seguido del hotelero; en un país en el que el turismo es un motor importante, es un buen uso al que reconvertirlos. Usos recurrentes son el de museo, muy vinculado al uso turístico y también el cultural.

Dentro de otros usos hemos encontrado bibliotecas, conservatorios y residencias de ancianos. Como usos singulares fábrica de tabacos o silo de grano.

Esto demuestra la versatilidad de edificios como los monasterios, también ampliable a conventos y abadías, para adaptarse a nuevos y variados usos. Además de combinar varios de ellos, porque son edificios por lo general de gran tamaño en los que pueden convivir fácilmente varias actividades. Pero no debemos olvidar y este es un aspecto muy importante a tener en cuenta, que para habilitar o adoptar un nuevo uso, hay que adaptar el edificio a las nuevas necesidades y en todos los ejemplos anteriores, pasa por dotar al edificio de unas condiciones mínimas de habitabilidad y confort, por lo que la rehabilitación energética será una pieza clave en el éxito en la nueva vida de los monasterios.

PARTE 2: DISEÑO DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN

Capítulo 7. Elementos constructivos característicos

7.1. Introducción.

En este capítulo trataremos las características de los elementos constructivos. El objetivo de este apartado es determinar cuáles serán los elementos constructivos característicos de los monasterios que utilizaremos en el sistema de evaluación. Dividiremos los elementos constructivos característicos en cuatro: los muros, los suelos, las cubiertas, los huecos. En nuestro caso hablaremos de forma general de los tipos de elementos constructivos más habituales, lógicamente podrían existir excepciones. También haremos mención al claustro que sin ser un elemento constructivo es una de las partes más características del monasterio.

Finalmente haremos una síntesis con los elementos más característicos que serán los que utilizaremos de base para diseñar el sistema de evaluación.

7.2. Los muros.

Los muros que vamos a encontrar en los monasterios, mayoritariamente van a tener dos funciones, van a formar parte de la envolvente, pero también tendrán una función estructural. En general, se tratará de muros de carga o portantes. Teniendo en cuenta el periodo constructivo en el que fueron ejecutados la mayoría de los monasterios BIC, que como ya comentamos en el capítulo de la elección de la tipología constructiva, será desde el fin del imperio romano a la época de las desamortizaciones, deberemos descartar el uso de estructuras metálicas o estructuras de hormigón.

Que los muros tuvieran esta función estructural, implica que hablemos de muros de gran espesor, entre 60 y 100 cm, aunque en ocasiones podían ser incluso mayores. Este aspecto dotará a dichos muros de gran inercia térmica, cosa que sin duda favorecerá la conservación del calor y el consumo energético.

Los materiales con los que se conformaba en muro estaban supeditados a la facilidad de obtención y la abundancia de los mismos en el lugar de ejecución. Así pues en los lugares en los que la pizarra fuera autóctona, encontraremos muros con dicho material, mientras que en los lugares en los que no había canteras cerca, posiblemente sería más fácil encontrar ejemplos ejecutados con ladrillo. Aunque bien es verdad que la

manufactura del ladrillo requería de hornos y abundante leña, por lo que tampoco era un material fácil de conseguir.

Otro recurso habitual a la hora de conseguir materiales era la reutilización de elementos de construcciones anteriores, por lo que no nos será difícil encontrar arcos romanos o sillares con inscripciones. Es muy habitual, encontrar cimentaciones en las que claramente se construyó encima de un templo romano o directamente se reutilizó la antigua cimentación como parte de la nueva.

Por todo lo dicho anteriormente, es muy difícil generalizar a la hora de estudiar la tipología y el comportamiento de los muros de estas épocas, ya que tanto los materiales como la ejecución dependían de multitud de factores que hacen que un muro no fuera igual que otro. De todas formas, haremos una clasificación (Tabla 7.2-1) de los tipos de muros más característicos para que sirva de guía a la hora de diseñar soluciones de rehabilitación, teniendo en cuenta que en cada caso será importante realizar un estudio y mediciones in situ para tener datos reales en cada intervención.

Tabla 7.2-1 Clasificación de los tipos de muros más habituales en los monasterios. Fuente: elaboración propia

Material principal	Tipo de fábrica
Roca	Fábrica de Sillería Fábrica de Mampostería
Arcilla	Fábrica con Adobe Fábrica de tapia Fábrica de ladrillo
Madera y Mampostería Mampostería y ladrillo	Mixtas

Habitualmente encontraremos que no se construye sólo con un material, pueden existir muros con diferentes materiales o fachadas diferenciadas. A menudo podemos encontrar reparaciones antiguas en las que se insertaron otros materiales para rellenar la fábrica. Si consultamos la base de datos BAMC, podemos ver en la mayoría de los monasterios no existió un único material para conformar todos los muros, pero si se observa que ciertos materiales se utilizaron más que otros. En el siguiente gráfico (Ilustración 7.2-1) se recogen los datos de los tipos de muros de fachada existentes en los monasterios B.I.C recogidos en la base de datos BAMC. Podemos observar que la piedra en forma de sillares o utilizado la roca viva, es el tipo más utilizado, seguido del muro de mampostería de piedra y el ladrillo. Esto no significa que en los muros interiores del monasterio se utilizasen otras tipologías. Hablaremos de fachadas, porque lo que nos interesa es hablar de los elementos constructivos que conforman la envolvente.

A continuación hablaremos de los tipos de muros según sus materiales de construcción.

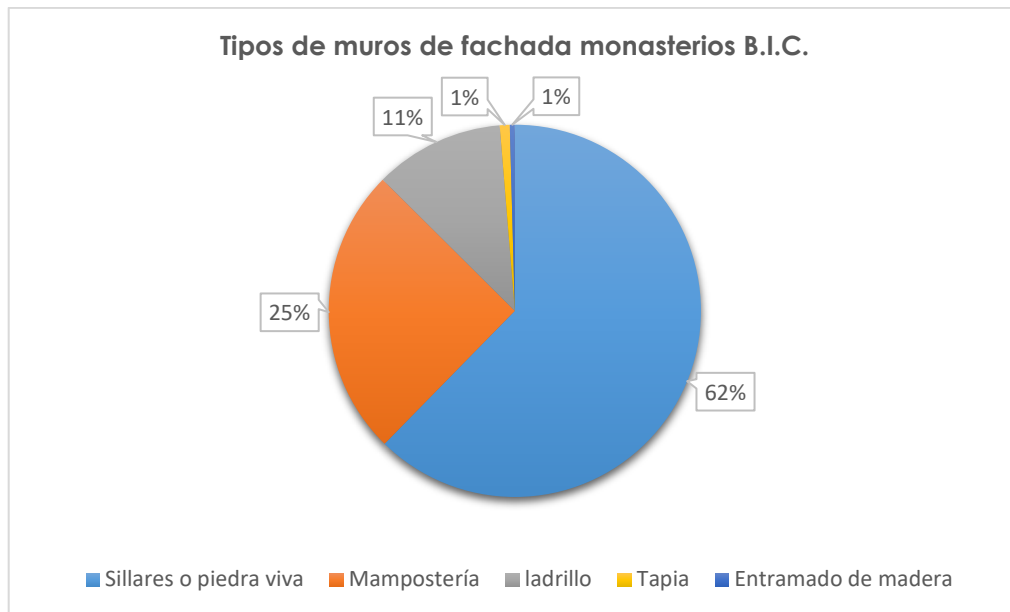


Ilustración 7.2-1 Tipos de muros de fachada en los monasterios B.I.C. Fuente: BAMC

7.2.1. Muros de piedra.

Los tipos de muros que podremos encontrar, los podríamos dividir en dos tipos:

- Fábrica de mampostería
- Fábrica de sillería

Fábrica de mampostería son aquellas fábricas construidas con piedras en bruto, sin labrar o con labra irregular y cuyos volúmenes permitan ser manejadas y transportadas por un solo hombre.

La fábrica de sillería debe estar constituida por piedras naturales, dispuestas a modo de que queden sostenidas mutuamente por yuxtaposición, estando labradas y sentadas unas sobre otras, con interposición de un material que sirva para regularizar las caras de junta, haciendo el asiento más perfecto y tapando a su vez los huecos o intersticios.

La influencia romana en la forma de construir en la península, podría parecer un hecho obvio, y pensar que se adoptaron los métodos constructivos imperiales más avanzados para la construcción de los nuevos monasterios, pero la verdad es, que en un principio, cae en desuso el uso de hormigón para volver al muro de dos caras con relleno en su interior.

Podremos encontrar monasterios que aprovechan el terreno rocoso de la zona para excavarlo y utilizarlo como parte de la envolvente, sería el caso de San Juan de la Peña (Huesca) o San Pedro de Rocas (Ourense). Principalmente serán aquellos más antiguos en los que su fundación está relacionada con un asentamiento eremita.

7.2.2. Muros de arcilla:

La tapia fue una tipología de muro muy utilizada. Se trataba básicamente de la construcción de muros con arcilla. Principalmente existían dos técnicas para la construcción: una mediante el empleo de tablas de madera o encofrados, que se rellenaban con capas de tierra mezclada con cal viva y que eran batidas para incrementar su compacidad. La otra forma era, desechando el uso de encofrado y colocar la tierra apelmazada formando hileras que se debían secar al sol antes de colocar la siguiente. Estos muros estaban compuestos también por arena, paja y barcia y se remataban con una capa de lechada de cal para impermeabilizar.

Desde el punto de vista compositivo, existían tres tipos a grandes rasgos. Encontraríamos el tapial simple o común, encadenado y de fábricas mixtas. El tapial simple es aquel en el que los cajones se superponen sin elementos verticales divisorios. El tapial encadenado es el que consta de machos (de ladrillo o piedra). El de fábrica mixta es en el que no habiendo superposición directa de los cajones, estos se separan por una hilada o témpano de otro material (Graciani García 2009).

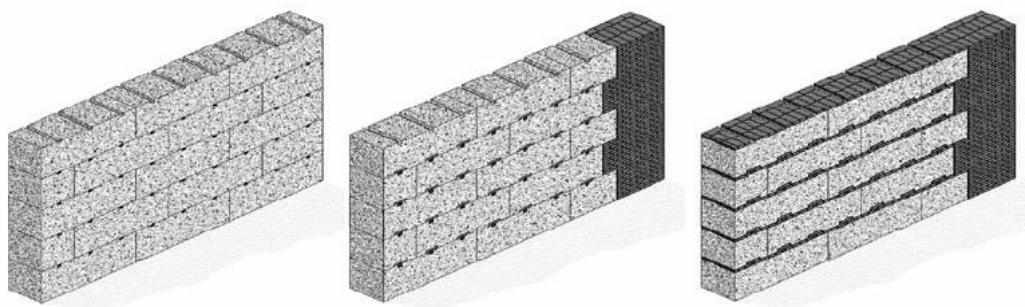


Ilustración 7.2-2. Esquema de un tapial simple, uno mixto y uno verdugado. Fuente: Dibujo de L.A. Núñez de Arce (Graciani García 2009)

El muro de adobe, sería un muro compuesto por ladrillos sin cocer que se secan al sol. Como ya comentamos en el tapial, cada pieza estaría compuesta por una masa de barro (arcilla y arena) mezclada con paja. Después se solía cubrir con una capa del mismo barro.

7.2.3. Muros de ladrillo aplantillado.

En la evolución constructiva de los muros de ladrillo se pueden establecer varias fases desde el muro romano, "opus testaceum", ejecutado con varias hojas y diferentes materiales hasta el muro aparejado de una única hoja de ladrillo del siglo XIX (Camino Olea 2001).

El muro romano, "opus testaceum", se ejecutaba con dos hojas de ladrillo, al exterior, que hacían de encofrado del hormigón que formaba el núcleo del muro. Las hojas de ladrillo se trababan con el núcleo de hormigón por la forma de disponer las piezas

triangulares, en que se cortaban los ladrillos, con uno de los ángulos hacia el interior del muro. El núcleo era el elemento resistente mientras que el ladrillo era prácticamente un revestimiento.

Posteriormente en la Arquitectura mudéjar, y en general en las construcciones medievales, los muros se construían con dos hojas de ladrillo y un núcleo de cal y canto o mampuestos, trozos de ladrillos y tejas, etcétera. Las hojas exteriores de ladrillo se ejecutaban con piezas enteras y terciadas, colocadas a tizón, de manera que la parte interior de las hiladas se dejaba dentada. Estos dentellones se escalonaban en las hiladas sucesivas y de esta forma se trababan las hojas exteriores con el núcleo central. Para enlazar las hojas exteriores de ladrillo se ejecutaban, de tramo en tramo, hiladas de ladrillo de lado a lado del muro.

El siguiente paso constructivo es hacia el muro ejecutado enteramente con ladrillo. Se levantaban dos hojas de ladrillos enteros y terciados colocados a tizón, como en el muro mudéjar, y en el centro, en el hueco que dejaban estas dos hojas se colocaban ladrillos o trozos de ladrillos, formando hiladas.

En general, según la época se tendió a construir los muros de una determinada manera, aunque como ya hemos comentado antes, existirán diferentes factores que influirán decisivamente.

7.2.4.Fábricas Mixtas.

Aunque el tapial también debería incluirse en las fábricas mixtas cuando va encadenado con ladrillo o piedra, en este apartado queremos hablar de las fábricas de madera y mampostería y las de ladrillo y mampostería.

El uso de fábricas combinando madera y mampostería, ya se venía usando en época romana (*opus craticum*). Se trataba de un armazón de madera que se rellenaba con mampostería y después se enlucía. En ocasiones dejando la madera vista y en otras no. En la edad media esta técnica se siguió utilizando y en épocas posteriores en arquitectura tradicional. Normalmente no se solía utilizar en las plantas bajas. En estas partes se solía colocar muros de sillares o mampostería, para evitar la humedad del suelo. Se solía utilizar en las plantas altas porque suponía muros más ligeros, con menos espesor y con la posibilidad de crear vuelos y balcones, por lo que suponía ganar metros a la edificación. Otro relleno común era el adobe y en general de materiales autóctonos de fácil acceso. Ya en siglos posteriores también podríamos encontrar el entramado de madera relleno de ladrillos en vez de mampostería. Estos muros solían medir entorno a los 20 centímetros.

La fábrica de ladrillo y mampostería también llamado aparejo toledano, venía a asemejar el aspecto del tapial encadenado, la única diferencia es que en el hueco que conformaban los ladrillos se rellenaba con mampostería que solía dejarse vista. Se utilizó hasta el siglo XV y después se recuperó a principios del siglo XX.

7.2.5. Los morteros.

Aunque habitualmente vemos los muros en piedra en la mayoría de los monasterios, en la Edad Media, era habitual el uso de morteros como revestimiento exterior, por lo que podemos afirmar que muchos de los monasterios contaban con esta capa en su exterior.

Los muros solían estar revestidos tanto en el interior como en el exterior. En el interior la técnica comúnmente aplicada constaba de dos capas, el guarnecido (mortero grueso de cal) y sobre este una fina capa de mortero a modo de estuco, el enlucido.

En el exterior podíamos encontrar el enjalbegado, que consistía en una mezcla de cal, árido y agua a la que podía aportarse color con pigmentos naturales. La diferencia con el encalado era la existencia del árido, normalmente marmolina, lo que le aportaba mayor durabilidad. La consistencia era parecida a la de una pintura y era importante volver a aplicar la capa cada cierto tiempo para mantener sus propiedades, tradicionalmente una vez al año. Permitía la transpiración de las fábricas y la protección a la radiación ultravioleta.

En otras ocasiones podíamos encontrar revestimientos exteriores compuestos por varias capas, la primera la jabelga, la segunda una fina capa de mortero de cal y para concluir una capa de acabado compuesta por otro mortero de cal pero ya con el pigmento elegido para la decoración exterior. Podremos encontrar técnicas con más capas intermedias, pero principalmente a base de morteros de cal.

7.3. Las Cubiertas.

Por lo general, las cubiertas que vamos a encontrar en los monasterios, serán cubiertas inclinadas a una o dos aguas, cuyo material de cubrición será fundamentalmente la teja cerámica y la pizarra, en menor medida zinc y plomo. El zinc y el plomo se utilizará muchas veces como material de remate en limas, canalones, encuentros, etc.

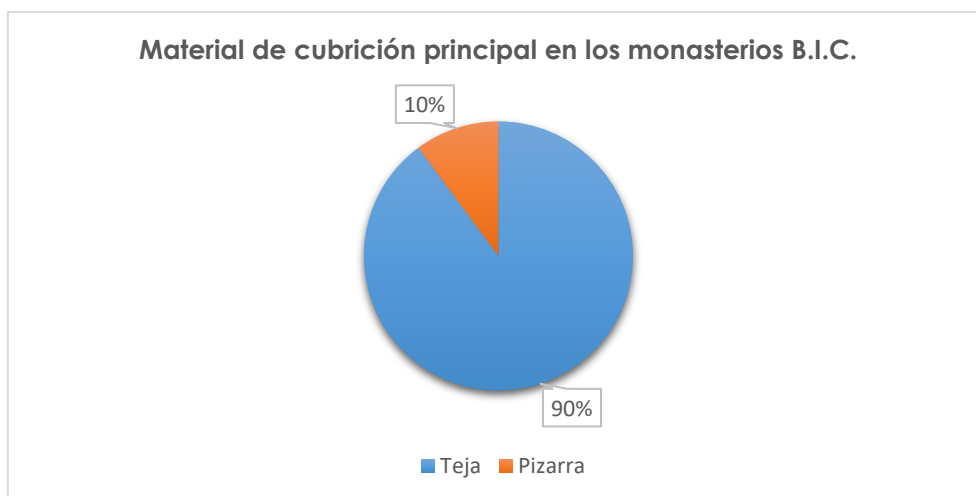


Ilustración 7.3-1. Material de cubrición principal en las cubiertas de los monasterios B.I.C. Fuente: BAMC

Si observamos el gráfico anterior (Ilustración 7.3-1) podemos ver que en la mayoría de los monasterios será la teja el material principal de cubrición, la pizarra quedará relegada a algunos monasterios de la parte norte de España.

Aunque encontremos el uso de la bóveda de piedra y en muchos edificios se sigue conservando, esta se rematará por encima con una cubierta de madera. Por lo que tendremos que considerar desde el punto de vista de la envolvente que la cubierta que está expuesta al exterior es la cubierta de madera.

Podremos encontrar cubiertas con zona abuhardillada y dentro de la misma deberemos dividir entre aquellas que son habitables y por lo tanto "vistas" y aquellas en las que el espacio no se considera habitable y permanece oculto aun existiendo un acceso al mismo.

7.3.1.Carpintería de armar.

Como ya hemos comentado en la mayoría de los casos tendremos una cubierta confeccionada de madera. En los ejemplos más sencillos encontraremos simplemente unas piezas horizontales llamadas correas que van de un muro testero a otro. Perpendiculares a las mismas, se apoyarán los pares que irán inclinados. Y sobre los pares irán clavados listones o tableros de ripia. Sobre esta última capa irán las tejas o la pizarra.

Más adelante aparecerá la armadura triangulada que aunque desde el punto de vista de la envolvente no suponga un gran cambio, sí que lo suponía en el interior del edificio, ya que permitía espacios más amplios al no necesitar un muro central divisorio para crear las dos vertientes de la cubierta. Lo que se conseguía era un espacio más diáfano y luces más grandes, sobre todo en espacios de bajocubiertas vistos, sin espacio de buhardilla.

7.3.2.Materiales de cubrición.

Como ya adelantamos principalmente encontraremos cubiertas de teja y pizarra. Probablemente, en los monasterios más antiguos también pudiéramos encontrar tejados vegetales hechos con escobas o similares e incluso con tejas de madera, pero lo cierto es que no han llegado hasta nuestros días.

Las cubiertas resueltas con teja, principalmente encontramos teja curva o árabe. Normalmente se colocan filas con tejas con la parte convexa hacia arriba llamadas canal y por encima de forma alterna se colocan otras filas con las tejas con la parte cóncava hacia arriba llamadas cobijas. En la cumbre en forma de remate encontraremos también las cobijas. Las últimas tejas quedarán haciendo voladizo y podrán rematarse de diversas maneras. El color de las tejas podría ser diverso, incluso podremos encontrar tejas de colores como verdes y azules, pero lo habitual será los tonos terracota.

En cuanto a la pizarra, existen dos tipos de instalación: con gancho o clavadas. Pero bien es verdad que en la antigüedad, simplemente se colocaban unas sobre otras y a veces se colocaban piedras en la zona cercana al alero para evitar que el viento las

levantara. En zonas en las que nevaba estas piedras eran puntiagudas y servían para romper los bloques de nieve. Existen diferentes tipos de pizarras y tonalidades. Además las dimensiones podían ser muy diferentes, las construcciones más antiguas aprovechaban el tamaño de la laja tal cual, más adelante empezó a cortarse la pizarra y estandarizarse utilizando principalmente la forma rectangular y la redonda o de escama de pez. El remate de la cumbrera puede variar, a veces se superponen las lajas formando una tijera, otras veces se cubrían con teja, etc. hoy en día existen piezas especiales de remate.

El uso de zinc y plomo, podemos encontrarlo de manera muy restringida. En muchos de los casos podremos encontrarlos cuando las cubiertas han sido sometidas a procesos de rehabilitación desde el último tercio de siglo XX en adelante. Y en el caso concreto del plomo, a veces lo encontramos en los remates de cubierta como limatesas, limahoyas, zonas de cumbrera, etc. Principalmente por su fácil moldeado se utilizó para pequeñas reparaciones y solucionar problemas de fugas y humedades. La instalación de estas cubiertas metálicas, se hacía mediante el engatillado de las planchas del material, para remates especiales se usaba la soldadura. Existen muchos acabados en este tipo de cubiertas sobre todo en las de zinc. Y en cuanto a la forma, lo habitual es verlo en bandejas y en forma de escamas.

7.4. Los suelos.

Los suelos de los monasterios, solían estar asentados directamente sobre el terreno, que previamente se nivelaba y apisonaba. Si era preciso, se rellenaba con cascotes y arena para conseguir el nivel deseado. Podemos encontrar varios tipos de técnicas y materiales para cubrir estos suelos. Fundamentalmente encontraremos la arcilla y la piedra. La madera queda descartada para las plantas bajas, puesto que no era un material recomendable ya que estaría sometido a la humedad del subsuelo.

En cuanto a la piedra encontraremos dos técnicas: el enlosado con losas de piedra de diferentes formas y espesores, por lo general solían ser piedras asentadas directamente sobre el terreno natural, y uso del mosaico de cantos rodados o guijarros. En el caso del enlosado de piedra, solían ser piedras con gran espesor para dar consistencia al conjunto. En cuanto al mosaico de cantos rodados, se solía poner una capa de mortero sobre la cual se iban colocando los guijarros, en la mayoría de los casos creando figuras geométricas y composiciones de motivos variados. En algunas ocasiones, si la piedra del terreno lo permitía se escava el suelo en la propia roca.

En cuanto a la arcilla, encontramos principalmente dos técnicas, el enlosado con ladrillo y el de baldosa cerámica y azulejo. En el enlosado con ladrillo, se preparaba el suelo como con el enlosado de piedra y se colocaba el ladrillo de canto para dar mayor rigidez y evitar el desgaste del material. Era habitual colocarlos según la ensambladura de espiga. Más adelante podremos encontrarlos también a testa, cuando se van depurando las técnicas en la fabricación de los ladrillos. La baldosa cerámica, será más delgada que el ladrillo, tendrán forma cuadrada y distintos tamaños, normalmente de 25 cm pero podrán encontrarse tamaños mucho más pequeños. Eran más indicadas para interiores o suelos de pisos superiores, a veces se combinaban con azulejos.

A medida que la técnica en la fabricación de materiales vaya mejorando encontraremos suelos con composiciones cromáticas diferentes, mejoras en las propiedades resistentes y diferentes formatos y formas, pero fundamentalmente serán o enlosados de piedra o de arcilla.

Para evitar el frío proveniente del suelo posiblemente se cubría el suelo con paja o elementos vegetales, más adelante se utilizaran alfombras.

7.5. Los huecos.

Como huecos encontraremos principalmente tres tipos: las puertas, las ventanas y las vidrieras.

En los monasterios más antiguos, encontraremos que el tamaño de los huecos será muy pequeño, en algunos casos el único hueco que existirá en la estancia, será la puerta que servirá de ventilación y luz. Más adelante empezarán a abrirse pequeños huecos que proporcionen ventilación. Tenemos que tener en cuenta que en las construcciones de la antigüedad, en las zonas donde existía un hogar, o se iluminaban con velas o lámparas de aceite, se producía una pérdida de Oxígeno y aumento de CO₂, que unido con la respiración de los habitantes, y que para evitar que el frío entrara por la puerta esta se procuraba sellar bien, probablemente ocasionó más de una intoxicación. Seguramente por esta razón comenzaron a abrirse los huecos en los muros.

Ya desde época romana, las ventanas empezaron a "acristalarse", mediante alabastro, el lapis specularis o incluso telas enceradas, todos ellos en un armazón de madera. Por lo tanto en la Edad Media, aunque algunos huecos se dejaran al aire, cabe pensar que los huecos estarían cubiertos, al menos con contraventanas de madera. Aunque el vidrio soplado ya se conocía, tardó en utilizarse de forma masiva en las ventanas. Más adelante encontraremos la ventana como hoy la conocemos con una carpintería de madera, con un vidrio inserto en ella y en muchas ocasiones con contraventanas, a veces por el interior y otras por el exterior. También podremos encontrarlas en hierro fundido, pero suelen ser menos comunes en los monasterios.

Un poco más elaborada era la técnica de la vidriera, que la encontraremos en iglesias principalmente, pero también se utilizó en otras partes del edificio generalmente no coloreada. Las primeras vidrieras, estaban formadas por vidrios de varios colores, juntadas con tiras de plomo pintadas y unidas para formar imágenes de tipo simbólico. A partir del siglo IX se pasó desde una decoración de tipo simbólico a representaciones figurativas y narrativas. (Bazzocchi 2012) Al principio la vidriera se enmarcaba también en una estructura de madera, pero a medida que se fueron haciendo más grandes (siglo XIII) este marco se sustituyó por una armadura de barras de hierro anclada directamente a la pared.

En el caso de las puertas, por lo general encontraremos puertas de madera de diferentes dimensiones según el uso, solían ser puertas gruesas de madera maciza. Debido a su peso, cuando estas eran muy grandes, solían tener otra portezuela más pequeña para poder pasar sin tener que abrirla por completo.

7.6. El claustro.

El claustro es un elemento muy importante y característico de los monasterios, pero además, tenemos que tener en cuenta que también forma parte de la envolvente. Por lo general encontraremos el claustro de 4 pandas, aunque en algún caso podría ser de tres. Estas pandas estarán porticadas. Las galerías tendrán a un lado los muros de las estancias monacales, que solo contarán con las puertas, excepto por la sala capitular que también podrá contener ventanas hacia el claustro. Por el otro lado generalmente encontraremos un murete y sobre él columnas o pilastras que darán paso a huecos adintelados o arquerías.

Cómo ya hemos comentado, suelen ser de dos plantas, aunque algún caso podremos encontrar tres. En monasterios muy antiguos o en el caso de los cartujos, solo con una.

En cuanto a los materiales de construcción, principalmente tendremos piedra y ladrillo, podremos encontrar todas las tipologías de muros ya descritas en el apartado de los muros.

Los claustros podrán estar acristalados o sin acristalar. Por lo tanto deberemos tener en cuenta, si no está acristalado, los materiales y huecos del muro interior. En el caso de que sí esté acristalado, el sistema de acristalamiento y el muro exterior.

En el capítulo 8, Comportamiento térmico, hablaremos de cómo considerar los elementos constructivos que configuran el claustro según la intervención que vayamos a realizar.

7.7. Resumen de los elementos característicos:

En la Tabla 7.7-1, podemos ver resumidos los cuatro elementos constructivos característicos, los diferentes tipos según sus materiales de construcción y las opciones que podemos encontrar.

Tabla 7.7-1. Cuadro resumen de los elementos constructivos característicos de los monasterios Fuente: Elaboración propia

Elementos constructivos característicos	Tipos	Opciones
Muros	Muro de sillería Muro de mampostería Muro de abobe Muro de ladrillo macizo Muro de ladrillo aplanillado Muro de tapial Muro de mampostería y ladrillo Muro de madera y mampostería Muro de madera y ladrillo o adobe	Con revestimiento Sin revestimiento
Cubiertas	De estructura de madera con teja De estructura de madera con pizarra	Sin espacio abuhardillado Con espacio abuhardillado visto Con espacio abuhardillado oculto
Huecos	Carpinterías de madera Vidrieras	
Suelos	Enlosado de piedra Enlosado de cerámica	

Capítulo 8. Comportamiento térmico de los monasterios.

8.1. Introducción.

En este capítulo definiremos los fundamentos teóricos necesarios para poder realizar los cálculos de los parámetros característicos de los elementos constructivos. En el capítulo Elementos constructivos característicos describimos las partes que conforman la envolvente del edificio, en este capítulo abordaremos cómo se comportan desde el punto de vista térmico. Veremos las estrategias bioclimáticas utilizadas en los monasterios, para terminar analizando la situación actual de los elementos constructivos con respecto al cumplimiento del CTE.

8.2. Fundamentos teóricos.

Antes de pasar a analizar cómo es el comportamiento térmico de estas edificaciones, consideramos necesario hacer un breve resumen de algunos conceptos clave para poder desarrollar el resto de los elementos que van a favorecer las condiciones de eficiencia energética.

En primer lugar, el concepto de envolvente que utilizaremos en nuestro análisis, hace referencia a la piel del edificio; es decir, todas aquellas superficies que se encuentran en contacto con el ambiente exterior. En concreto consideraremos como envolvente térmica: muros, huecos y cubierta. E incluiremos en este concepto los suelos de planta baja, ya que por regla general se encuentran directamente en contacto con el terreno.




En lo referente a los materiales que componen esta envolvente y que tienen una serie de propiedades que influyen de manera determinante en el comportamiento térmico, consideraremos todas aquellas propiedades que proporcionen las soluciones adecuadas para mejorar la eficiencia energética. En concreto contemplaremos las siguientes características insertas en la Tabla 8.2-1.

Tabla 8.2-1 Resumen de los fundamentos teóricos que utilizaremos en el comportamiento energético. Fuente: Elaboración propia

Propiedad y símbolo	Descripción y Fórmula
Conductividad Térmica (λ)	<p>La cantidad de calor que pasa por un material en la unidad de tiempo a través de la unidad de superficie con caras planas y paralelas con una diferencia de temperatura de 1K. "Cómo de rápido pasa el calor"</p> <p>(λ) ↓ más aislante unidad: W/Km</p> $\lambda = \frac{\dot{q}}{ \nabla T }$ <p>\dot{q} = es el flujo de calor (por unidad de tiempo y unidad de área) ∇T = es el gradiente de temperatura</p>
Resistencia térmica (R)	<p>Es la capacidad de un material de oponerse al flujo de calor.</p> <p>(R) ↑ más aislante unidad: m²K/W</p> $R = \frac{e}{\lambda}$ <p>e = espesor del material λ = conductividad térmica del material</p>
Transmitancia térmica (U)	<p>Se refiere al flujo de calor, en régimen estacionario, dividido por el área y la diferencia de temperaturas de los medios situados a cada lado del elemento que se considera. Sirve para expresar la capacidad aislante de un elemento constructivo.</p> <p>(U) ↓ más aislante unidad: W/m²K</p> $U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{int} + \sum e/\lambda + R_{ext}}$ <p>R_T = Resistencia térmica total R_{int} = Resistencia térmica del aire interior R_{ext} = Resistencia térmica del aire exterior $\sum e/\lambda$ = Sumatorio de las resistencias térmicas de cada capa de material</p> <p>Se utilizarán los valores en la Tabla para superficies planas en ausencia de información específica sobre las condiciones de contorno. Los valores menores de "horizontal" se aplican a calentar direcciones de flujo $\pm 30^\circ$ desde el plano horizontal. Para superficies no planas o para condiciones de contorno específicas, utilice los procedimientos en el Anexo A de la norma EN ISO 6946:2007.</p>

Tabla 8.2-2. Resistencia térmicas superficiales recogidas en el Documento de Apoyo al DA DB/HE1 (Ministerio de Fomento 2015)

Tabla 1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en $m^2 \cdot K / W$

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo Horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente (Techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (Suelo)		0,04	0,17

La diferencia entre la transmitancia y la conductancia radica en que para ésta la diferencia de temperatura se mide entre las dos caras, mientras que para la transmitancia esta medida se realiza entre los dos ambientes a ambos lados de la muestra.

Calor específico
(C_e)

Capacidad que tiene el material para acumular energía en la su unidad de masa.

(C_e) \uparrow más acumula el calor unidad: $KJ/kg^\circ C$

Masa térmica
(m_t)

Capacidad térmica del cuerpo

(m_t) \uparrow más capacidad térmica unidad: $KJ/^\circ C$
 \uparrow más inercia térmica

$$m_t = V \cdot \rho \cdot C_e = m \cdot C_e$$

V = Volumen del cuerpo

ρ = Densidad del cuerpo

C_e = Calor específico

m = masa del cuerpo

Cantidad de energía térmica almacenada (Q)

Cantidad térmica de energía aprovechable almacenada por el sistema.

(Q) \uparrow más energía almacenada unidad: $KJ/^\circ C$

$$Q = m_t \cdot \Delta T = V \cdot \rho \cdot C_e \cdot \Delta T$$

ΔT = diferencia del cuerpo antes y después de la extracción de energía

Difusividad térmica (a)

Nos da información sobre la velocidad de calentamiento de los materiales.

(a) \uparrow calentamiento rápido unidad: $(m^2/s)10^{-6}$

$$a = \frac{\lambda}{\rho \cdot C_e}$$

Efusividad térmica (b)

Capacidad efectiva que tienen los materiales para acumular calor.

(b) \uparrow alta acumulación unidad: $(s^{1/2} W/m^2 ^\circ C)$

$$b = \sqrt{\rho \cdot C_e \cdot \lambda}$$

Es el tiempo que tarda la onda de calor en atravesar el cerramiento

$(d_t) \uparrow$ significa un calentamiento lento unidad: h

**Desfase de la
onda de calor**
(d_t)

$$d_f = 0,5265 \cdot \frac{t}{2} \cdot \sqrt{\frac{\rho \cdot C_e}{\pi \cdot \lambda \cdot t}} \cdot d$$

con C_e en KJ/kg·°C

d = espesor

Para un periodo de 24h sería,

$$d_t = \frac{0,0231 \cdot d}{\sqrt{a}}$$

con la difusividad calculada en m²/s

d = espesor

Si el cerramiento consta de varias capas se suman los desfases parciales que aportan cada una de las capas.

Cuando un muro deja de recibir radiación solar, parte del calor acumulado tiende a salir al exterior provocando un rebote de la onda de calor, es la amortiguación de onda térmica.

$(f_a) \uparrow$ se perderá mucha energía unidad: tanto por uno

**Amortiguación
de onda térmica**
(f_a)

$$f_a = 1 - e^{\left(-0,5265 \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot \rho \cdot C_e}{\lambda \cdot t}}\right) \cdot d}$$

con C_e en KJ/kg·°C

d = espesor

Para un periodo de 24 h sería,

$$f_a = 1 - e^{\left(\frac{-0,1905 \cdot b \cdot d}{\lambda}\right)}$$

con la efusividad calculada con el C_e en KJ/kg·°C

d = espesor

Si el cerramiento tiene varias capas, la amortiguación de una capa se aplica a lo que dejó pasar la anterior.

Fracción de la radiación solar incidente a una superficie que es absorbida por la misma. La absorptividad va de 0,0 (0%) hasta 1,0 (100%).

Tabla E.10 Absorptividad del marco para radiación solar α

	Color	Claro	Medio	Oscuro
Absorptividad (α)	Blanco	0,20	0,30	---
	Amarillo	0,30	0,50	0,70
	Beige	0,35	0,55	0,75
	Marrón	0,50	0,75	0,92
	Rojo	0,65	0,80	0,90
	Verde	0,40	0,70	0,88
	Azul	0,50	0,80	0,95
	Gris	0,40	0,65	---
	Negro	---	0,96	---

Factor de sombra (Fs)	Fracción de la radiación incidente en un hueco que no es bloqueada por la presencia de obstáculos de fachada, tales como: retranqueos, voladizos, toldos, salientes laterales u otros.
Factor solar (g)	Cociente entre la radiación solar a incidencia normal que se introduce en el edificio a través del acristalamiento y la que se introduciría si el acristalamiento se sustituyese por un hueco perfectamente transparente. Se refiere exclusivamente a la parte semitransparente de un hueco.
Factor solar modificado (F)	<p>Fracción de la radiación incidente en un hueco que no es bloqueada por el efecto de obstáculos de fachada y las partes opacas del hueco.</p> $F = Fs \cdot \left[(1 - Fm) \cdot g + Fm \cdot 0,04 \cdot Um \cdot \alpha \right]$ <p>Um = transmitancia del marco</p> <p>Fm = fracción de la parte opaca del marco</p>

8.3. Estrategias bioclimáticas utilizadas en la construcción de monasterios.

Como construcciones históricas, se trata de edificios que cuando fueron proyectados no disponían de instalaciones para la climatización, iluminación o ventilación mecánica, por lo que, si no se ha intervenido en ellos de manera reciente, en principio no cumplirían las prescripciones energéticas a las que obliga el Código Técnico de la Edificación. No obstante, al tratarse de construcciones que aprovechan al máximo las condiciones tanto del terreno como del clima y los recursos naturales del lugar, podemos considerarlas como arquitectura bioclimática.

Como ya hemos comentado el monasterio como unidad constructiva utilizará diferentes estrategias bioclimáticas para aprovechar la energía.

Una de las estrategias más importantes que vemos en los monasterios es su orientación, todos ellos están orientados de la misma forma con algunos grados de diferencia. Como ya hemos hablado cuando describíamos la tipología constructiva, encontraremos una forma de cuadrado o rectángulo orientando cada panda a los puntos cardinales. De tal forma que en la mayoría de los casos tendremos la iglesia paralela a la panda norte, orientada su cabecera al este como tradicionalmente se han orientado las iglesias en la península. Paralelo a la panda sur refectorio, cocina, calefactorio, etc. En la panda este sala capitular y sala de monjes o scriptorium. En la panda oeste la cilla.

Las ventanas se encuentran situadas en las fachadas exteriores, hacia el claustro solo dan puertas, excepto las ventanas de la sala capitular. En general podemos ver que las zonas de trabajo como el scriptorium y la cocina se encontraban al sur, para aprovechar tanto la luz como el calor en invierno. Al principio en los monasterios solo existía chimenea en la cocina y en el calefactorio, en sitios como el scriptorium estaba prohibido el fuego. Más adelante se irían incorporando algunas chimeneas en otras salas como la sala capitular. En sitios como el dormitorio común se aprovechaba el calor que desprendían los monjes y además se acostaban vestidos, por lo que en principio no

era una sala acondicionada. Todo esto cambiará a medida que va avanzando el tiempo.

Como hemos dicho utilizaban la captación solar por medio de las ventanas y los muros. Los muros solían ser de piedra, adobe, mampostería, ladrillo, etc. Normalmente de tres capas una fábrica exterior, un relleno y una fábrica al interior. Por lo general existía revestimiento, al menos al exterior, como queda constancia en algunos monasterios como es el caso de Santa María la Real Aguilar de Campoo en la que podemos ver algunos fragmentos en el claustro.

En el esquema (Ilustración 8.3-1) podemos ver algunas de las estrategias bioclimáticas que podemos encontrar en los monasterios. A continuación las desarrollaremos en el elemento constructivo correspondiente.

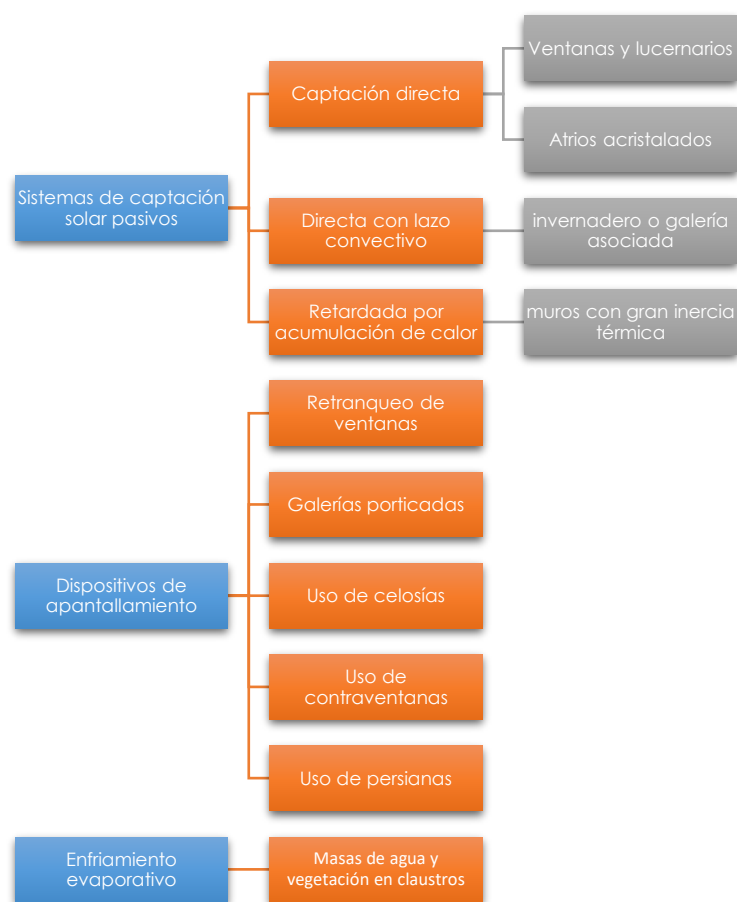


Ilustración 8.3-1. Esquema resumen con algunas de las estrategias bioclimáticas que podemos encontrar en monasterios.
Fuente: elaboración propia.

8.4. Comportamiento térmico de los muros.

Como ya hemos comentado el muro tenía una doble función: captar la radiación solar y acumular la energía. Para ello se elegían materiales con altas difusividad y efusividad térmicas. El muro se calentaba no tan rápido como un metal, pero sí más rápido que la

madera. Los dos fenómenos que tendrán gran importancia serán el desfase y la amortiguación de la onda térmica.

El muro recibe el calor por medio de radiación solar, comienza a atravesar el flujo desde el exterior al interior, pero no lo hace inmediatamente, existe un desfase entre el momento en el que la radiación incide en la capa exterior del cerramiento y esta consigue atravesarlo completamente. Lo que nos proporcionará que cuando no haya radiación, el calor siga entrando en el interior. Pero no toda la radiación atravesará el cerramiento, ya que interviene la amortiguación, que es el calor que saldrá hacia afuera debido a que la temperatura habrá bajado en el exterior y por lo tanto cambiará el sentido de la transferencia de calor. Por lo tanto no toda la energía será acumulada en el cerramiento, parte rebotará al exterior. A favor tendrá, que antes de que se descargue totalmente volverá a recibir radiación solar y empezará de nuevo el ciclo.

8.5. Comportamiento térmico de los huecos.

En el caso de las ventanas, como ya hemos indicado, se utilizará la radiación directa. Las ventanas por lo general serán de vidrios monolíticos de 4mm de espesor y carpinterías de madera. En algunos en los que se han realizado actualizaciones podemos encontrar vidrios más gruesos e incluso dobles.

Al contrario que como ocurría con los muros, la radiación solar pasa rápidamente por vidrio, lo calienta y penetra al interior, por la noche o cuando baja la temperatura en el exterior ocurre el fenómeno contrario. Por lo que el vidrio no es un buen aislante térmico y es un sitio crítico de la envolvente.

Será muy importante orientar los huecos de la forma más eficiente posible, pero eso a menudo será complicado porque dependiendo de si es invierno o verano, unas orientaciones serán más favorables que otras. Esto será debido principalmente por el cambio de inclinación de los rayos solares. Mientras un hueco orientado a este u oeste en el mes de julio puede llegar a captar 488W/m^2 , un hueco orientado a sur, ese mismo mes sólo capta como máximo 289 W/m^2 y uno orientado al norte 144W/m^2 .(Neila González 2004)

Una de las estrategias más antiguas para paliar el sobrecalentamiento en verano son las protecciones de los huecos. En los monasterios podremos encontrarlas también. El grueso de los muros, hace de parasol al retranquear las ventanas. Otra estrategia será el uso de celosías en las ventanas, tan habituales en los conventos. También lo encontraremos en las galerías porticadas del claustro que dejaran pasar el sol en invierno y proveerán de sombra en verano.

Como sistema móvil encontraremos las contraventanas, que permitirán elegir al usuario cuando pasa la luz y cuando no. Y permiten cerrarlas por la noche para evitar las pérdidas en invierno.

En climas más calurosos en verano podremos encontrar la persiana enrollable de madera y la de esparto. Éstas tienen una doble función, si se baja por completo y se abre la ventana, permiten la ventilación por la parte inferior evitando la radiación solar.

El marco y el color de las ventanas tienen su importancia, una ventana con un color oscuro, absorberá más radiación que una ventana de color claro, que tenderá a reflejarlo. Por lo que en los climas calurosos será mejor optar por colores claros. Esto es aplicable a las persianas, así como apantallamientos y toldos.

En cuanto al vidrio, según el clima y las necesidades, será más conveniente que tenga un factor solar alto o bajo. En cuanto a la transmitancia de la ventana, normalmente será recomendable que esta sea lo más baja posible, para conseguir que no exista una gran diferencia entre el cerramiento y el hueco. La madera suele ser una buena solución. Otra cosa importante es el tipo de cierre de la ventana, habitualmente las ventanas antiguas suelen ser batientes que funcionan mejor que las correderas.

Si tenemos una gran ventana pero existen infiltraciones, seguiremos teniendo fugas importantes de calor, por lo que una medida sencilla y eficaz es el sellado de las ventanas. Por lo general las ventanas batientes, suelen tener una mejor permeabilidad al aire que las correderas; es decir, suelen ser más estancas porque tienen burletes y están diseñadas para que encajen sus partes, por lo que es más difícil que pase el aire. Cuando hablamos de correderas hablamos de ventanas de aluminio antiguas, no nos referimos a los nuevos modelos de correderas oscilobatientes que suelen tener un gran comportamiento térmico.

Otro material que podemos encontrar en el marco de las ventanas es el hierro y el plomo, por lo general estos marcos son los que peor comportamiento térmico tienen, ya que conducen rápidamente el calor y se producen pérdidas y ganancias del mismo modo.

8.6. Comportamiento térmico de la cubierta.

La cubierta es la parte de la envolvente que más radiación solar recibe, por lo tanto, suele existir un sobrecalentamiento de la misma. En el caso de las cubiertas inclinadas, que sería nuestro caso, será importante que exista una buena ventilación. Cuando existe una cubierta abuhardillada no habitable, es relativamente sencillo, bastará con abrir huecos de ventilación en la cubierta y aislar bien el forjado de la buhardilla en contacto con la zona habitable. En el caso de buhardillas con espacio abuhardillado habitable, será importante que existan ventanas practicables que puedan abrirse para ventilar, y quizás ver la posibilidad de aislar la cubierta por fuera o introducir cámara de aire ventilada en la misma. En el caso de que no exista zona abuhardillada, sería la misma solución que en la anterior, en este caso si la altura de techos es muy elevada, se podría ver la posibilidad de ventilar mediante chimeneas, por ejemplo.

El material de cubrición que encontraremos habitualmente será la pizarra y la teja cerámica. De forma excepcional zinc y plomo, o algún otro metal. Si la cubierta fuera de metal, será imprescindible dejar juntas de dilatación y engatillados con holguras, de tal forma que el material pueda dilatar y moverse libremente y no se fracture.

8.7. Comportamiento térmico de los suelos.

En la mayoría de los casos, encontraremos que se construyó el suelo directamente sobre el terreno. Cuando estamos en contacto con el terreno y en la mayoría de los casos colocando grandes losas de piedra, vemos que se produce una transmisión de la temperatura a través de él, en muchas ocasiones el terreno estará más frío que la estancia habitada y el calor se disipará hacia el terreno y en otros casos será al contrario. La transmisión del suelo con el terreno vendrá por el fenómeno de la convección, pero no debemos olvidar que si en la habitación donde se ha colocado el suelo existen huecos es muy probable que este suelo también esté recibiendo radiación solar como pasaba con el caso de los muros. De cualquier forma contaremos con un suelo con gran inercia térmica que amortiguará muy bien las diferencias de temperaturas exteriores siendo más fresco en verano y más caliente en invierno. Eso no quita que a veces un suelo de piedra pueda causar una sensación desagradable en climas fríos, por lo que si no está acumulando y soltando la energía suficiente puede ser interesante cubrirlo con alfombras, etc. si notamos que la superficie está fría, ya que el confort de la calefacción se mide por la altura del tobillo.

Debido al contacto directo de los pies con el suelo, la falta de confort local puede estar causado por suelos que se encuentran a temperaturas muy bajas o muy altas. La temperatura del suelo tiene una influencia significativa en la temperatura radiante media y, por tanto, en el confort térmico del conjunto del cuerpo y está influenciada por el tipo de construcción, por ejemplo, si el edificio está construido directamente sobre la tierra, sobre una bodega o sótano, sobre otra habitación o si la calefacción existente llega a través del suelo.

Diversos estudios realizados con personas descalzas sobre suelos de diferentes materiales permitieron determinar el rango idóneo de temperaturas, en la tabla se muestran los intervalos de temperatura recomendados para distintos tipos de materiales.

En los estudios realizados con personas calzadas se observó que la temperatura del suelo tenía una importancia menor; se obtuvieron temperaturas del suelo óptimas: para trabajos de tipo sedentario, 25°C y para personas de pie o andando, 23°C (Hernández Calleja 1998).

Tabla 8.7-1 Temperaturas de confort del suelo para personas descalzas. Fuente: (Hernández Calleja 1998)

Material del suelo	Temperatura del suelo óptima		Intervalo recomendado de T°
	Ocupación 1 minuto	Ocupación 10 minutos	
Textiles	21	24,5	21-28
Corcho	24	26	23-28
Madera (pino)	25	26	22,5-28
Madera (roble)	26	26	24,5-28
PVC	28	27	25,5-28
Linóleo	28	26	24-28
Cemento	28,5	27	26-28,5
Mármol	30	29	28-29,5

8.8. Comportamiento térmico del claustro.

Como ya hemos indicado antes, en el claustro estará formado por 4 galerías porticadas cada una orientada a un punto cardinal y con un elemento de agua en el centro, normalmente un pozo o una fuente. Suele existir vegetación, ya sea plantada directamente en el terreno cuando son claustros grandes o utilizando plantas en macetas cuando son claustros más pequeños.

Aquí se produce una estrategia bioclimática llamada enfriamiento evaporativo. Consiste en que si tenemos un patio, o en este caso un claustro con humedad aportada por vegetación o agua, en el que hay una bolsa de aire estancada porque está resguardada del viento por las cuatro paredes del edificio, si tenemos una serie de habitaciones que dan al patio y dejamos abiertas las puertas, la acción solar intentará evaporar el agua o la humedad que existe en el claustro. Cuando un cuerpo pasa de estado líquido a gaseoso, necesita absorber una cantidad de calor que se denomina calor de vaporización para esto el aire más caliente de la zona alta del claustro hará un efecto de succión y hará que el aire caliente contenido en las habitaciones salga como por una chimenea, dejando un ambiente más fresco.

En otros casos cuando se han acristalado las galerías del claustro, se está utilizando el sistema directo con lazo convectivo, o lo que es lo mismo, el del invernadero asociado. Ayudan a que los paseos por el claustro no sean tan fríos en invierno y sirve de cámara de aire para amortiguar la temperatura dentro de las zonas habitables.

Por último en otros se ha optado por techar con vidrio la parte superior del claustro. Como ya hemos indicado esto es aconsejable cuando el clima en verano no sea muy caluroso, ya que si no existe apantallamiento o ventilación pueden producirse grandes sobrecalentamientos.

Tabla 8.8-1 Como considerar los diferentes elementos constructivos dentro del claustro según sus circunstancias para el cálculo de la transmitancia. Fuente: Elaboración propia

Soluciones		Espacio del claustro	Como considerar los elementos constructivos para calcular su transmitancia
Claustro abierto	Acristalar las galerías	Zona no habitable	Consideramos el muro de la panda que antes era fachada como cerramiento interior.
		Zona habitable	Consideramos la zona acristalada como fachada.
	Techar claustro	Zona no habitable	Consideramos el muro de la panda que antes era fachada como cerramiento interior.
		Zona habitable	Consideramos el techo de cristal como lucernario.
	Aislar muro de la panda	Zona no habitable	Consideramos el muro como fachada
	Actuaciones en el suelo	Zona no habitable	No se consideraría parte de la envolvente. Si existe un piso inferior sería partición interior horizontal.
Claustro ya cerrado	Mejoras en el cerramiento	Zona no habitable	Seguiremos considerando el muro de la panda como cerramiento interior.
		Zona habitable	Seguiremos considerando la zona acristalada como fachada.
	Actuaciones en el techo	Zona no habitable	Suelo en contacto con el aire exterior

Mejoras en el techado del claustro	Zona no habitable	Consideramos el muro de la panda que antes era fachada como cerramiento interior.
	Zona habitable	Consideramos el techo de cristal como lucernario.
Aislar muro de la panda	Zona no habitable o habitable	Consideramos el muro como partición interior
Actuaciones en suelo	Zona no habitable	Partición horizontal interior
	Zona habitable	Se considera suelo
Actuaciones en el techo de la galería	Zona no habitable	Se consideraría partición interior en contacto con espacio no habitable
	Zona habitable	Si existe otro nivel superior sería partición. Si no existe otro nivel podría considerarse cubierta, si no existe espacio abuhardillado.

Estas estrategias de acristalamiento así como otras medidas de mejora de la eficiencia energética en el claustro influirán en la forma en la que deberemos considerar los elementos constructivos para calcular la transmitancia como podemos ver en la Tabla 8.8-1.

8.9. Cumplimiento de los requisitos del CTE.

El código Técnico de la edificación en el Documento Básico de Ahorro de Energía, nos indica que los elementos de la envolvente deberán cumplir con unos requisitos mínimos para garantizar una demanda energética adecuada necesaria para alcanzar el bienestar térmico.

Cuando se va a realizar una rehabilitación energética en edificios existentes, establece en los criterios de aplicación que;

1. Que las condiciones preexistentes de ahorro de energía que sean menos exigentes que las establecidas en este DB no se podrán reducir.
2. Que los requisitos podrán ser flexibles cuando:
 - a. en edificios con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando otras soluciones pudiesen alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto, o;
 - b. la aplicación de otras soluciones no suponga una mejora efectiva en las prestaciones relacionadas con el requisito básico de "Ahorro de energía", o;
 - c. otras soluciones no sean técnica o económicamente viables, o;
 - d. la intervención implique cambios sustanciales en otros elementos de la envolvente sobre los que no se fuera a actuar inicialmente.
3. Los elementos de la parte existente no afectados por ninguna de las condiciones establecidas en este DB, podrán conservarse en su estado actual siempre que no presente, antes de la intervención, daños que hayan mermado de forma significativa sus prestaciones iniciales. Si el edificio presenta daños relacionados con el requisito básico de "Ahorro de energía", la intervención deberá contemplar medidas específicas para su resolución.

En la Exigencia Básica HE1 de limitación de la demanda energética, en el Apéndice E, se recogen los valores orientativos de la envolvente térmica (Ilustración 8.9-1).

Tabla E.1. Transmitancia del elemento [W/m² K]

Transmitancia del elemento [W/m ² K]	Zona Climática					
	α	A	B	C	D	E
U_M	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27	0.25
U_S	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34	0.31
U_C	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22	0.19

U_M : Transmitancia térmica de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

U_S : Transmitancia térmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)

U_C : Transmitancia térmica de cubiertas

Tabla E.2. Transmitancia térmica de huecos [W/m² K]

Transmitancia térmica de huecos [W/m ² K]		α	A	B	C	D	E
Captación solar	Alta	5.5 – 5.7	2.6 – 3.5	2.1 – 2.7	1.9 – 2.1	1.8 – 2.1	1.9 – 2.0
	Media	5.1 – 5.7	2.3 – 3.1	1.8 – 2.3	1.6 – 2.0	1.6 – 1.8	1.6 – 1.7
	Baja	4.7 – 5.7	1.8 – 2.6	1.4 – 2.0	1.2 – 1.6	1.2 – 1.4	1.2 – 1.3

NOTA: Para el factor solar modificado se podrá tomar como referencia, para zonas climáticas con un verano tipo 4, un valor inferior a 0,57 en orientación sur/sureste/suroeste, e inferior a 0,55 en orientación este/oeste.

Ilustración 8.9-1 Extracto de las tablas de transmitancia de los elementos del CTE. Fuente: CTE

Según el documento, el uso de soluciones constructivas con parámetros característicos iguales a los indicados no garantiza el cumplimiento de la exigencia pero debería conducir a soluciones próximas a su cumplimiento. Los valores se han obtenido considerando unos puentes térmicos equivalentes a los del edificio de referencia y un edificio de una compacidad media.

Por lo tanto en nuestro caso utilizaremos de referencia estos valores, aun teniendo en cuenta que este tipo de edificios están exentos de cumplirlos. Pero entendemos que todas las soluciones que los cumplan o al menos se acerquen a estos valores, serán soluciones aceptables para garantizar una mejora de la eficiencia energética.

Otro aspecto a tener en cuenta es que en el CTE se establecen diferentes requisitos según el tipo de clima en el que se encuentre el edificio. En estos momentos el CTE (Tabla 8.9-1) distingue entre 6 tipos de clima que corresponderían con la severidad el clima en invierno. El clima α sería el menos severo y el E el más severo. A sí mismo también diferencia por severidad de verano con una escala del 1 al 4 siendo el 1 el más fresco y el 4 el más caluroso. En la Ilustración 8.3-1 podemos ver representados los 6 tipos de climas por cada provincia.

Tabla 8.9-1 Clasificación de los tipos de climas en España según el CTE. Fuente: CTE.

	α	A	B	C	D	E
1	-	-	-	C1	D1	E1
2	-	-	-	C2	D2	-
3	$\alpha 3$	A3	B3	C3	D3	-
4	-	A4	B4	C4	-	-

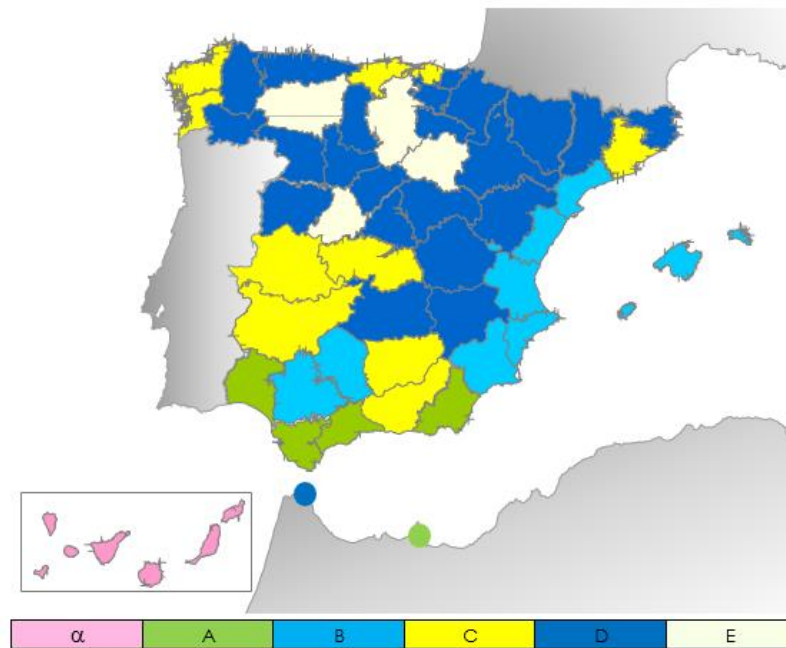


Ilustración 8.9-2. Representación de los diferentes tipos de climas del CTE en cada provincia. Fuente: CTE

8.10. Parámetros característicos de la envolvente térmica.

Ya hemos visto las estrategias bioclimáticas y cómo se comportan los elementos constructivos del monasterio, pero de cara a utilizar esta información en el sistema de evaluación de soluciones, es inevitable preguntarnos si la envolvente cumpliría con los requisitos recogidos por el CTE.

El CTE nos habla de unos valores límites que deben cumplir los elementos de la envolvente y principalmente utiliza como parámetros característicos el valor de la transmitancia y la permeabilidad al aire en huecos para evaluarlo. Aquí surgiría nuestra primera dificultad.

El principal problema a la hora de aportar datos como la conductividad térmica en muros históricos, es que nos encontramos ante una manera de construir *in situ*; es decir, no se trata de materiales prefabricados o de una forma de construir con una metodología exacta. En cada caso, encontraremos materiales de diferentes procedencias, hechos ex profeso o reutilizados de construcciones anteriores. Además

por lo general, serán materiales de la zona. Por lo tanto una estandarización de los elementos constructivos a priori, sería una tarea hartamente complicada. Además, debemos unirlo a la superposición estratigráfica en las unidades murarias; o dicho de otro modo, en muchos casos encontraremos una amalgama de materiales constructivos pertenecientes a diferentes épocas que se superponen y entrelazan, haciendo en muchos casos casi imposible su caracterización.

Además existe una falta de correlación entre los valores que encontramos en las bases de datos de las herramientas informáticas y las medidas reales hechas in situ. Como ejemplo podemos hablar de la experiencia realizada por RENERPATH en la Catedral de Ciudad Rodrigo en el que la conductividad térmica del muro de piedra arenisca medida in situ era de $1,490 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ y si acudimos a los datos de la base de datos del CTE incorporada en la herramienta CE3X, el valor para conductividad térmica de la piedra arenisca es de 3 W/mK . También existe un estudio en esta dirección¹ realizado en Escocia en el que se comparaban los datos obtenidos al monitorizar una serie de muros históricos localizados en diferentes emplazamientos y los datos obtenidos por una aplicación informática. Se determinó que no coincidían, principalmente porque las simulaciones hechas con este tipo de programas consideran los materiales como continuos y como capas, no tienen en cuenta las juntas, como podemos ver en la Ilustración 8.10-1.



Figure 5. Traditional solid wall construction: the left figure (a) shows a schematic diagram of a rubble wall construction with 40% mortar; and the right figure (b) shows its representation as two layers for modelling.

Ilustración 8.10-1. Representación comparativa de cómo interpretan los programas de modelado un muro histórico.
Fuente:(Baker 2011)

Otro proyecto que se ha realizado en nuestro país, es el Catálogo de Rehabilitación energética(Ruíz Cuevas 2014) realizado por el Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco -Área Térmica. Todas las características térmicas de los

¹ Baker, P. (2011). Historic Scotland Technical Paper 10: U-values and traditional buildings in situ measurements and their comparisons to calculate values.

cerramientos presentadas en las fichas técnicas se han obtenido de las muestras ensayadas en el Laboratorio de Control de Calidad del Gobierno Vasco. Las muestras de los cerramientos existentes son reproducciones de los edificios reales ubicados en el País Vasco. De estos ensayos en nuestro caso nos resultan útiles el muro de mampostería de piedra caliza y el de adobe, así como el de ladrillo macizo y aplantillado.

Aunque como hemos dicho es una labor difícil, y teniendo en cuenta que no es el objetivo de esta tesis la caracterización de todos los posibles muros que podríamos encontrar en los monasterios de lo que hoy conforma el territorio español, sí que haremos una clasificación de los muros más característicos y sus materiales a fin de poder compararlos con los datos del CTE. Será recomendable en cada caso hacer mediciones in situ cuando queramos realizar una intervención. Para ello en el anexo 4, mostraremos valores de transmitancia orientativos para los elementos característicos que podemos encontrar en los monasterios. Estos valores nos servirán para poder compararlos con los valores de las exigencias de CTE y para usarlos en algunos ejemplos.

En el caso de los huecos, otro parámetro característico a tener en cuenta será la permeabilidad al aire que es la propiedad de una ventana cerrada de dejar pasar aire cuando se encuentra sometida a una presión diferencial. Se mide por el caudal, m^3/h , de aire que atraviesa la ventana para distintas presiones de aire.

Las clasificaciones de la norma europea UNE-EN 12207 son las siguientes:

Clase	Presión máxima de ensayo (Pa)	Permeabilidad al aire de referencia a 100 Pa	
		Por superficie total ($\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$)	Por longitud de juntas ($\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$)
0	-	No clasificada	
1	150	50	12,50
2	300	27	6,75
3	600	9	2,25
4	600	3	0,75

Ilustración 8.10-2. Clasificación de las carpinterías según la norma UNE-EN 12207. Fuente: UNE-EN 12207(AENOR 2017)

El DB HE 1 establece que la permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100 Pa y referida a la superficie total, tendrá unos valores inferiores a los siguientes:

- Para las zonas climáticas alfa, A y B: $50 \text{ m}^3/\text{hm}^2$; esto significa que las ventanas deben ser de clase 1 como mínimo.
- para las zonas climáticas C, D y E: $27 \text{ m}^3/\text{hm}^2$; esto significa que las ventanas deben ser de clase 2 como mínimo.

Para el cálculo de los parámetros característicos de los diferentes elementos constructivos hemos utilizado los métodos recogidos en el documento DA DB-HE / 1: Cálculo de parámetros característicos de la envolvente (Ministerio de Fomento 2015).

8.11. Situación actual de los elementos constructivos de los monasterios con respecto al cumplimiento del CTE.

Para poder conocer la situación actual de los elementos constructivos de los monasterios con respecto al CTE, nos valdremos de los cálculos orientativos de las transmitancias de dichos elementos recogidas en el anexo 4. Hemos comparado los valores calculados con los requisitos establecidos por el CTE podemos verlos en las siguientes tablas.

Tabla 8.11-1. Comparativa entre las transmitancias en el elemento muro calculadas en el anexo 4 y los valores mínimos CTE.
Fuente: elaboración propia

Elemento ²	U _{CALCULADA}	U _{LIM} α	U _{LIM} A	U _{LIM} B	U _{LIM} C	U _{LIM} D	U _{LIM} E
		0,94	0,50	0,38	0,29	0,27	0,25
ADOBE	1,72	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
ADOBE + 1	1,68	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
ADOBE + 2	1,63	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
LA	2,38	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
LA +1	2,325	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
LA +2	2,272	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
LM	2,38	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
LM + 1	2,325	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
LM + 2	2,272	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
MAMP	1,13	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
MAMP +1	1,123	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
MAMP + 2	1,111	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
ARENISCA	2,5	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
ARENISCA + 1	2,439	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
ARENISCA + 2	2,38	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
CALIZA	1,718	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
CALIZA + 1	1,694	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
CALIZA + 2	1,66	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
GRANITO	2,38	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
GRANITO +1	2,325	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
GRANITO + 2	2,272	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TAPIAL	1,672	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TAPIAL + 1	1,644	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
TAPIAL + 2	1,618	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
MIXTO	0,99	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
MIXTO +2	0,90	SÍ CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE

² Cuando aparece un +1 equivale a una capa de revestimiento por interior o exterior. Cuando aparece un +2 significa que el muro está revestido por las dos caras. Adobe (muro de bloques de Adobe); LA (muro de ladrillo apantillado); LM (muro de ladrillo macizo); MAMP (muro de mampostería); ARENISCA (muro de sillería piedra arenisca); CALIZA (muro de sillería piedra caliza); GRANITO (muro de sillería piedra granito); TAPIAL (muro de tapial); MIXTO (muro de entramado de madera y mampostería).

Tabla 8.11-2. . Comparativa entre las transmitancias en el elemento cubierta calculadas en el anexo 4 y los valores mínimos CTE.
Fuente: elaboración propia

Elemento ³	U _{CALCULADA}	U _{LIM α}	U _{LIM A}	U _{LIM B}	U _{LIM C}	U _{LIM D}	U _{LIM E}
		0,50	0,47	0,33	0,23	0,22	0,19
TEJA	2,080	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
PIZARRA	2,178	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE

Tabla 8.11-3 Comparativa entre las transmitancias en el elemento suelo calculadas en el anexo 4 y los valores mínimos CTE.
Fuente: elaboración propia

Elemento ⁴	U _{CALCULADA}	U _{LIM α}	U _{LIM A}	U _{LIM B}	U _{LIM C}	U _{LIM D}	U _{LIM E}
		0,53	0,53	0,46	0,36	0,34	0,31
CERÁMICO	3,50	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
PIEDRA CALIZA	3,98	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE

Tabla 8.11-4 Comparativa entre las transmitancias en el elemento huecos calculadas en el anexo 4 y los valores mínimos CTE.
Fuente: elaboración propia

			Ventana madera	Vidriera plomo
			4,3	5,75
U _{LIM α}	ALTA	5,5-5,7	SÍ CUMPLE	NO CUMPLE
	MEDIA	5,1-5,7	SÍ CUMPLE	NO CUMPLE
	BAJA	4,7-5,7	SÍ CUMPLE	NO CUMPLE
U _{LIM A}	ALTA	2,6-3,5	NO CUMPLE	NO CUMPLE
	MEDIA	2,3-3,1	NO CUMPLE	NO CUMPLE
	BAJA	1,8-2,6	NO CUMPLE	NO CUMPLE
U _{LIM B}	ALTA	2,1-2,7	NO CUMPLE	NO CUMPLE
	MEDIA	1,8-2,3	NO CUMPLE	NO CUMPLE
	BAJA	1,4-2,0	NO CUMPLE	NO CUMPLE
U _{LIM C}	ALTA	1,9-2,1	NO CUMPLE	NO CUMPLE
	MEDIA	1,6-2,0	NO CUMPLE	NO CUMPLE
	BAJA	1,2-1,6	NO CUMPLE	NO CUMPLE
U _{LIM D}	ALTA	1,8-2,1	NO CUMPLE	NO CUMPLE
	MEDIA	1,6-1,8	NO CUMPLE	NO CUMPLE
	BAJA	1,2-1,4	NO CUMPLE	NO CUMPLE
U _{LIM E}	ALTA	1,9-2,0	NO CUMPLE	NO CUMPLE
	MEDIA	1,6-1,7	NO CUMPLE	NO CUMPLE
	BAJA	1,2-1,3	NO CUMPLE	NO CUMPLE

Como podemos ver en las anteriores tablas comparativas, las soluciones constructivas planteadas en los monasterios, a día de hoy no cumplirían con los estándares establecidos para garantizar la demanda y el confort en las edificaciones. Sólo lo harían en ocasiones puntuales en climas muy favorables como es el caso de las Islas Canarias. Además estarían lejos de conseguirlo, por lo que sería necesario plantear soluciones de rehabilitación energética que nos ayudaran a acortar esta distancia con los edificios nuevos y existentes que cumplen con el CTE. Como ya hemos indicado anteriormente, estos datos son orientativos, podrán existir casos en los que los elementos cumplan y no sea necesario realizar una rehabilitación energética.

³ TEJA= cubierta de estructura de madera con cobertura de teja cerámica. PIZARRA= cubierta de estructura de madera con cobertura de lajas de pizarra.

⁴ CERÁMICO= Solado con losas cerámicas. PIEDRA CALIZA= Solado con losas de piedra caliza.

Capítulo 9. Requisitos a cumplir según la catalogación del edificio

9.1. Introducción.

A fin de poder diseñar unos indicadores apropiados para el sistema de evaluación de soluciones de rehabilitación energética, es fundamental conocer cuáles son los requisitos que se deben cumplir en una intervención para preservar la integridad del bien protegido.

En el capítulo del Marco Normativo, ya recogimos las especificaciones promulgadas en el Ley 13/1985 de Patrimonio Histórico Español (Jefatura del Estado 1985). Además de, que no podrá realizarse ninguna intervención sin la autorización de la comisión de patrimonio correspondiente. El estado Español tiene delegadas las competencias de protección a las Comunidades Autónomas que a su vez tienen sus propias leyes de Patrimonio Histórico y realizan su propio registro en el que recogen todos los bienes catalogados e inventariados. Las Delegaciones o consejerías autonómicas pueden a su vez delegar en las autoridades provinciales y comarcales estas competencias o parte de ellas. Por otro lado, las entidades locales están obligadas a realizar planes de protección recogidos en su ordenación urbanística donde se recojan los edificios protegidos y sus grados de protección.

Cada comunidad autónoma tiene su propia Ley de Patrimonio Cultural o Histórico, según el caso en el que se recogen los criterios a tener en cuenta a la hora de realizar una intervención en un B.I.C. Hemos recogido en el Anexo 1: recopilación de las leyes autonómicas, además de las reseñas de dichas leyes, los extractos donde se recogen los criterios de intervención de cada una de las comunidad autónomas.

Cómo ya hablamos en el Estado del Arte, cada Ayuntamiento recoge en su plan de Ordenación Urbanística los edificios catalogados, incluidos los B.I.C.

Cada municipio tendrá una forma de hacerlo, algunos lo hacen de forma individualiza mediante fichas y otros establecen unas pautas generales para todos los edificios con el mismo grado de protección. En el anexo 6: Catalogación de los edificios ejemplo recogemos la catalogación de los tres edificios que nos servirá de ejemplo para diseñar el sistema de evaluación, ya que cada ayuntamiento correspondiente lo ha hecho de forma diferente aun perteneciendo a la misma comunidad autónoma.

A continuación pasaremos a resumir, las conclusiones que hemos sacado del estudio de las leyes autonómicas y de la revisión de diferentes catálogos de distintos ayuntamientos en los que existía un monasterio B.I.C.

9.2. Requisitos a cumplir según la catalogación del edificio.

Después de revisar todas las leyes autonómicas, hemos elaborado una tabla (Tabla 9.2-1) con los criterios de intervención recogidos en las diferentes leyes autonómicas.

Tabla 9.2-1. Resumen de los criterios de intervención recogidos en las leyes autonómicas. Fuente: Elaboración propia

Criterios
Mínima Intervención.
Respeto por la información histórica, los materiales tradicionales, los métodos de construcción y las características esenciales del bien, sin perjuicio de que pueda autorizarse el uso de elementos, técnicas y materiales actuales para la mejor conservación del mismo.
Se conservarán las características volumétricas, estéticas, ornamentales y espaciales del inmueble, así como las aportaciones de distintas épocas. La eliminación de alguna de ellas deberá estar claramente documentada y convenientemente justificada en orden a la adecuada conservación de los bienes afectados.
Se evitarán los intentos de reconstrucción. Cuando la aportación de materiales sea indispensable para la estabilidad y el mantenimiento del inmueble, esta habrá de ser justificada, reconocible y sin discordancia estética o funcional con el resto del mismo. No podrán realizarse reconstrucciones que conduzcan a confusiones miméticas que falseen su autenticidad histórica, salvo cuando se utilicen partes originales de los mismos y pueda probarse su procedencia.
La reversibilidad de los procedimientos que se apliquen.
Se prohíbe el uso de técnicas y materiales que no sean compatibles con los que conforman el bien y su entorno, o con los valores objeto de protección según el régimen aplicable. Las técnicas y materiales utilizados en las intervenciones deberán ofrecer comportamientos y resultados suficientemente avalados por la experiencia o por la investigación.
Las adiciones que se autoricen deberán respetar la armonía del conjunto, distinguiéndose de las partes originales para evitar las falsificaciones históricas o artísticas.

En la mayoría de ellas se recogen los mismos criterios, cada una lo formula con expresiones diferentes, pero con el mismo trasfondo. Como ideas generales que sólo se intervenga cuando sea estrictamente necesario. Que se intenten utilizar técnicas tradicionales en las restauraciones pero deja abierto el uso de materiales y nuevas técnicas si fuera necesario. Que se eviten los intentos de reconstrucción cuando no se tienen los elementos originales, y en el caso de que se hagan deberán ser parecidos pero no idénticos, de esta forma se respetará la armonía del conjunto y no desentonará la intervención, pero al mismo tiempo podrá distinguirse lo antiguo de lo nuevo. Además se incide en la reversibilidad de las medidas y la compatibilidad de las mismas con el bien y su entorno.

Cuando acudimos a los catálogos de los ayuntamientos, en general, veremos estos mismos criterios de intervención, ya que los planes generales de ordenación urbanística de los municipios están obligado a cumplir la ley autonómica de patrimonio que les corresponda. En principio, lo que se recoge en los catálogos son estos criterios pero adaptados al edificio catalogado. Parecería que al recogerse en una ficha individualizada los criterios de intervención para un bien concreto, en estas fichas se recogería de manera pormenorizada todas las partes protegidas del edificio y de forma

muy exhaustiva todas y cada una de las intervenciones posibles o prohibidas, pero la realidad es que en la inmensa mayoría encontraremos una información muy general. Incluso algunos ayuntamientos ni siquiera individualizan los criterios, sino que establecen niveles de protección e intervenciones permitidas de forma general.

Como ejemplo hemos incorporado en el anexo 7: Catalogación de los edificios ejemplo, cómo se recogen en los catálogos de los diferentes ayuntamientos los criterios de intervención para cada edificio.

Como hemos podido observar, cada ayuntamiento tiene una forma diferente de recoger los criterios de intervención de los edificios pertenecientes a sus catálogos. Pero sí que coinciden en ciertos puntos, que deberán tenerse en cuenta para el diseño del sistema de evaluación de soluciones.

Tabla 9.2-2 Resumen de los criterios de intervención recogidos en los catálogos de los Ayuntamientos. Fuente: Elaboración propia

Criterios
En todos los casos, sólo se permite restauración o rehabilitación. En el caso de elementos originales existentes, se aboga por la restauración. Cuando estos elementos ya no existen o se encuentran en un mal estado, de modo que la restauración no sea posible, se decanta por la sustitución de los elementos dañados por otros nuevos pero de similares características.
En cuanto a fachadas, prima el no alterar la composición original. No cambiar huecos y mantener el aspecto estético de los acabados.
En cubiertas, prácticamente que no cambie la altura y la morfología y que mantengan el elemento de cubrición original, al menos en aspecto.
En estructuras, normalmente atenderá a los criterios de restaurar elementos originales y rehabilitar elementos en mal estado, sobre todo cuando son elementos vistos. Si son elementos que no se ven y ya no son originales, se puede incluso intervenir con otros sistemas y materiales diferentes.
En el caso de carpinterías, se optará por restaurar los originales y si hubiera que sustituir, hacerlo con carpinterías de madera u otra material que imitara el aspecto del elemento original.
En el caso de los suelos mantener original y restituir con piezas de aspecto similar.

Por lo que tendremos que preguntarnos si elemento o soporte a intervenir es original y en qué estado se encuentra. Si se encuentra en un estado aceptable restaurarlo. Si se encuentra en muy mal estado o casi inexistente, rehabilitar o sustituir por similar. Si el elemento no es original, podremos actuar con más libertad, siempre y cuando guarde el aspecto estético. Si no es un elemento visto, en este caso no tendremos por qué seguir este criterio.

Realmente vemos cierta discrepancia con lo que recoge la ley de Patrimonio Histórico en su artículo 39.2

“En el caso de bienes inmuebles, las actuaciones a que se refiere el párrafo anterior irán encaminadas a su conservación, consolidación y rehabilitación y evitarán los intentos de reconstrucción, salvo cuando se utilicen partes originales de los mismos y pueda probarse su autenticidad. Si se añadiesen materiales o partes indispensables para su estabilidad o mantenimiento, las adiciones deberán ser reconocibles y evitar las confusiones miméticas”

Este artículo ha suscitado que muchas restauración y rehabilitaciones se inserten elementos nuevos que poco o nada tienen que ver con el aspecto original del monumento, por lo que podría estar en contraposición con los criterios que vemos en las fichas de los catálogos en los que se insta por elementos de similares características y se busca una apariencia parecida a lo anterior.

Existen casos muy comentados como fue el del Teatro Romano de Sagunto, que incluso acabó en los tribunales. En la sentencia se recogía que atendiendo al capítulo 39.2 no podía reconstruirse por completo un edificio, en este caso el teatro si no era con material original. Realmente la parte problemática o que suscita un verdadero debate es la de que se pueden añadir nuevos materiales deberán ser reconocibles y evitar confusiones miméticas.

Analizando lo que se recoge en los catálogos, ante este tema se suele optar por material similar y que de forma sutil, se diferencien, respetando la armonía del conjunto, pero que a poca distancia sea claramente identificable.

9.3. Estudio de los CASOS.

Como hemos comentado, los criterios de intervención, suelen diferenciar entre diversas situaciones; es decir, según el estado del bien, permite que se realicen unas intervenciones u otras. Es lo que de ahora en adelante llamaremos los CASOS, principalmente diferencia entre elementos originales en buen estado o mal estado de conservación. Si un elemento está en buen estado, siguiendo el criterio de mínima intervención deberá restaurarse. Si por el contrario el elemento se encuentra en mal estado, será necesario restituir o sustituir alguna de sus partes, por lo que se aboga por la rehabilitación. Estos serían los CASOS principales, pero si queremos recoger todas las circunstancias que podríamos encontrarnos en un edificio protegido podríamos dividirlos en cinco CASOS.

En la Tabla 9.2-1, hemos recogido los cinco CASOS que se corresponden a las cinco circunstancias en las que podríamos encontrarnos un elemento constructivo en un edificio protegido. Por cada CASO, se ha incluido un ejemplo de elemento que la podría corresponder esa circunstancia y un ejemplo de intervención que respetaría la catalogación.

En el CASO 1, Elemento Original con posibilidad de restauración, corresponde a todos aquellos elementos originales que están protegidos y además se encuentran en buen estado de conservación, por lo que sólo se permitiría la restauración. Un ejemplo de elemento en este caso podría ser una ventana original protegida, al encontrarse en buen estado no podría sustituirse, pero sí que podríamos mejorar la permeabilidad de la ventana mediante un sellado de las juntas, reparar fisuras, etc.

En el CASO 2, Elemento Original sin posibilidad de restauración pero sí de rehabilitación, recogeríamos aquellos elementos originales que están protegidos pero se encuentran en mal estado de conservación. Como ejemplo hemos incluido una cubierta de madera original en la que nos encontramos con tableros podridos en mal estado. La solución pasaría por la sustitución de los tableros por otros nuevos, en este caso aprovechando que hay que sustituirlos se utilizarían tableros con mejores propiedades

aislantes. Si queremos cumplir con la catalogación deberían ser tableros similares a los existentes en apariencia pero no miméticos.

En el CASO 3, recogeríamos una circunstancia bastante habitual en este tipo de edificios, se trata de elementos originales no protegidos, o elementos originales protegidos ocultos. En este CASO, encontraríamos por un lado elementos que siendo originales no se encuentran protegidos porque no tienen una especial importancia; o bien elementos originales que sí están protegidos pero no hay problema porque permanezcan ocultos. Ejemplo del primer tipo podría ser el interior de un muro de fachada, en el que su lado exterior debe permanecer igual, pero el interior puede intervenir. Ejemplo del segundo, podría ser un bajo cubierta o un suelo original que no importa que no se vea pero se quiere conservar. Una solución válida para los dos casos podría ser un trasdosado o un suelo técnico, que oculta lo que hay pero son soluciones totalmente reversibles.

El CASO 4, recoge aquellos elementos que sin ser originales se encuentran en una zona original vista. Un ejemplo de este tipo suelen ser las ventanas que se colocan al cerrar un claustro o carpinterías nuevas en fachada. Son elementos que pertenecen a un conjunto armónico, por lo que las intervenciones sobre ellos no deberán alterar el aspecto del conjunto. Por lo que una solución sería cambiar las ventanas por otras más eficientes pero que tengan un aspecto muy parecido a lo anterior para que no distorsione el conjunto.

El CASO 5, serían aquellos elementos que no son originales y además pueden o no estar ocultos. En este caso, no tendríamos restricciones en cuanto a los criterios de intervención. Un ejemplo de este CASO, podría ser un forjado nuevo, por lo que podríamos por ejemplo añadir un aislamiento sin ningún tipo de problema.

Tabla 9.3-1 Clasificación de los diferentes CASOS, descripción y ejemplos de elementos y solución. Fuente: Elaboración propia

Casos en los que podemos encontrar el elemento constructivo	Descripción	Ejemplo de elemento/ solución
Elemento Original con posibilidad de restauración	Elemento original protegido en el que sólo cabe la restauración	Ventana original
		Sellado de la ventana, lijado de marco, repintado.
Elemento Original sin posibilidad de restauración pero sí de rehabilitación	Elemento original protegido al que hay que integrarle una pieza nueva o sustituir por otro nuevo	Sustitución de un tablero de madera en cubierta
		Tablero con propiedades aislantes mejoradas
Elemento Original no protegido y/ u oculto	Elementos que no están protegidos aun siendo originales o están protegidos pero se pueden ocultar bajo otra solución	Cara del muro que da al interior del edificio, bajo cubiertas no transitables, suelos que pueden ser cubiertos.
		Trasdosados con acabado diferente al actual
Elemento no Original visto	Elemento que aunque no es original está integrado en una zona protegida	Ventanas no originales en fachada protegida
		Sustitución de ventanas de aspecto parecido
Elemento no Original y/u oculto	Elemento que además de no ser original puede permanecer oculto	Forjado nuevo
		Aislamiento sobre forjado en espacio no habitable



Ilustración 9.3-1 Claustro del monasterio de Santa María la Real de Aguilar de Campoo. Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 9.3-1, podemos ver el claustro del monasterio de Santa María la Real de Aguilar de Campoo. En ella podríamos diferenciar dos casos, por un lado el CASO 1, haría referencia a los elementos propios del claustro que se ven la imagen, como son las arcadas y el pavimento del claustro. El otro, CASO 4, haría referencia a las ventanas que vemos en el segundo piso del claustro, que no son originales pero si cambiáramos su aspecto cambiaríamos la fisonomía actual del conjunto. Dentro de este claustro también encontraríamos el CASO2, ya que se han reconstruido muchos elementos del claustro, pero como podemos apreciar, a simple vista quedan disimulados y se nota la armonía del conjunto.

En la Ilustración 9.3-2 podemos ver un capitel reconstruido en el Claustro del Monasterio de Santa María la Real, que se correspondería con un elemento en el CASO2. Se aprecia la diferencia entre lo antiguo y lo nuevo, pero no desentona dentro del conjunto.

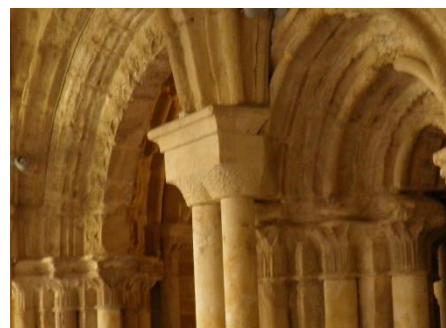


Ilustración 9.3-2 Detalle capitel reconstruido en el claustro de Santa María la Real de Aguilar de Campoo. Fuente: elaboración propia



Ilustración 9.3-3 Rehabilitación de las cubiertas del Monasterio de Santa María de la Vid (Burgos). Fuente: David Blanca

En la Ilustración 9.3-3 veríamos otro ejemplo de un elemento en el CASO 2. Se trata de un elemento original, en este caso la cubierta, en la que la estructura de madera se encuentra dañada en algunas zonas. En la imagen se aprecia cómo se ha tenido que cambiar una de las vigas de madera, también se ve en primer plano a la derecha los tableros antiguos y al fondo a la izquierda como se están colocando tableros nuevos. Como podemos observar se combinan los elementos antiguos con los nuevos.



Ilustración 9.3-4 Bajocubierta de la iglesia del monasterio de Santa María la Real de Aguilar de Campoo. Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 9.3-4, veríamos un ejemplo del CASO 3, se trataría de un elemento original oculto, en general este tipo de elementos como es la parte superior de las bóvedas, no suele verse desde este ángulo, por lo que no interfiere para que se pueda utilizar el bajocubierta empleando elementos totalmente nuevos. Si fuera necesario podría colocarse una capa de aislamiento sobre las bóvedas por esta cara y no se interferiría en los requisitos de la catalogación.

Por último, tendríamos el CASO 5, elementos no originales. Como podemos ver en la Ilustración 9.3-5, a la derecha, podemos ver elementos contemporáneos como son los forjados de hormigón prefabricado y las escaleras. En este caso no son elementos ocultos, pero son elementos que se construyeron para poder darle uso al edificio, ya que el forjado anterior se había perdido. Al ser elementos nuevos permiten cualquier tipo de intervención.



Ilustración 9.3-5 A la izquierda, bajocubierta zona de la entrada. A la derecha, zona de entrada vista desde la primera planta del monasterio de Santa María la Real de Aguilar de Campoo. Fuente: Elaboración propia

A la izquierda, podemos ver el bajocubierta de la zona de la entrada, sería la planta superior a la que vemos en la imagen de la derecha. El bajocubierta es una zona no original oculta, por lo que podríamos aplicar igualmente cualquier solución sin restricciones por parte de la catalogación del edificio.

Capítulo 10. Soluciones de rehabilitación energética en edificios protegidos

10.1. Soluciones de rehabilitación energética. Situación actual.

Plantearse rehabilitar energéticamente un edificio a día de hoy viene motivado por varias razones. Una es la económica; si se reduce la demanda de energía claramente veremos reducida la factura mensual de los suministros habituales. Otro motivo es el confort; en una casa o un edificio en el que no exista un nivel de confort aceptable, será un sitio difícil de habitar y podrá incluso verse afectada la salud de sus ocupantes. Desde el punto de vista ecológico ahorraremos emisiones de CO₂, por lo que estaremos contribuyendo a mitigar el cambio climático. Y por último, desde un punto de vista especulativo, una vivienda rehabilitada aumentará su valor de venta o alquiler. Si las políticas que se quieren implantar para incentivar la rehabilitación energética fructifican, podremos pagar menos impuestos incluso beneficiarnos de mejores condiciones hipotecarias. Estas son todas las ventajas, pero obviamente existen inconvenientes, uno suele ser las molestias propias que para el usuario tienen este tipo de intervenciones; y la segunda y quizás más importante, requiere de una inversión económica a veces muy importante.

Habitualmente, el consumo en un edificio, suele variar según su uso, no existirá el mismo consumo en una vivienda que en una fábrica, y tampoco se gastará la energía en las mismas cosas. El uso del edificio influirá notablemente en las estrategias de ahorro a seguir.

Si tuviéramos que plantear una estrategia de ahorro para un oficina, tendríamos que intentar bajar el consumo en la climatización y en la iluminación. En el sector hotelero estaría más repartido, prácticamente en todas las instalaciones tendríamos margen para actuar. En viviendas la climatización, los electrodomésticos y el ACS son los que más consumirían. Y por último en los museos, la iluminación sería la que más consumiría seguida por la climatización.

A la hora de plantear estrategias de ahorro, las soluciones o medidas a adoptar se pueden tomar desde dos perspectivas la de la disminución de la demanda o la de la mejora de la eficiencia. Poniendo un ejemplo sencillo, si consumimos mucho en iluminación, podemos optar por subir las persianas de la ventana para que entre más luz y apagar la lámpara que tenemos encendida (disminución de la demanda) o bien cambiar la bombilla por una tipo led con un consumo mínimo (mejora de la eficiencia). Lo ideal sería primero subir la persiana y cuando no tenga suficiente luz natural encender la lámpara a la que le he cambiado la bombilla. Por lo tanto lejos de ser estrategias antagonistas pueden complementarse para ofrecer soluciones más óptimas.

Aunque las estrategias, como hemos dicho, no son antagonistas, lo mejor, siempre que se pueda, es comenzar con la disminución de la demanda. Habitualmente esto se consigue con mejora en los hábitos de consumo y con la adopción de medidas pasivas.

La mejora de los hábitos de consumo, consiste en hacer una auditoría de cómo se está consumiendo la energía en el edificio y ver de qué forma se podría optimizar. Algunos ejemplos podrían ser, establecer horarios en las oficinas de tal forma que a una hora determinada todo el mundo termine su jornada laboral y puedan apagarse las luces, programar la calefacción para que se utilice sólo las horas que hace falta. Poner sensores en la iluminación para que sólo se enciendan cuando con la luz natural no se ha alcanzado un nivel de lux establecido, etc.

En cuanto a la disminución de la demanda, significa tener menos necesidad de consumir energía conservando o mejorando el nivel de confort. Hay ciertos consumos que en los que no podremos reducir la demanda; por ejemplo, si está estipulado que debemos disponer de 22 Litros ACS/día a 60°C por persona en una vivienda multifamiliar, no es aceptable bajar a 10 Litros ACS/día o que el agua esté a 30°C. En este caso, sólo podríamos influir en los hábitos de consumo, una ducha más corta o ducharse días alternos, pero no podremos disminuir los requisitos establecidos por el CTE. En estos casos, la estrategia pasa por actuar en las instalaciones, cambiándolas por otras más eficientes o bien incorporando energías renovables.

Un caso parecido será el de la iluminación. En el caso de los monasterios, sería muy complicado por ejemplo optar por ventanas más grandes o la instalación de lucernarios para conseguir más luz natural, ya que en la mayoría de los casos no puede alterarse la composición de los huecos. Por estos motivos, reducir el consumo en edificación, pasa por mejorar los sistemas instalados, sustituyéndolos por equipos de bajo consumo, el control de la iluminación mediante sensores, programadores y sectorización de la iluminación y como ya adelantamos antes, con una racionalización de los hábitos de consumo.

Por lo tanto, donde realmente es posible reducir la demanda es la climatización. Para actuar sobre la temperatura interior del edificio, como ya vimos en el capítulo del comportamiento térmico, la envolvente juega un papel fundamental, ya que los elementos constructivos que la componen, actúan como lo hace la piel en el cuerpo humano, protegiendo y ayudando a regular la temperatura. Tres pilares fundamentales para actuar sobre la envolvente del edificio a la hora de una rehabilitación energética son: aislamiento, estanqueidad y una correcta ventilación.

Un correcto aislamiento de la envolvente lo conseguiremos incorporando o adosando al elemento constructivo materiales con una baja conductividad térmica; es decir, que sean malos conductores del calor. Existen diferentes técnicas en el mercado para incorporar estos materiales, las cuales detallaremos en el apartado de clasificación de las soluciones para rehabilitación energética.

La estanqueidad es un aspecto que a veces se pasa por alto y es tremendamente importante, podemos instalar las carpinterías más aislantes del mercado, pero si existen infiltraciones, al final tendremos puntos por donde se transferirá el calor de forma incontrolada.

Para comprobar la existencia de infiltraciones se puede comprobar por diferentes métodos como el uso de la cámara térmica, un generador de humo o realizar una prueba de presión que es como se suelen ensayar las ventanas. Cuando lo que deseemos saber es el nivel de estanqueidad del edificio, será necesario hacer un test de presurización y otros de despresurización, para hallar la Tasa de intercambio de aire (N_{50}).

El tercer pilar del que hablábamos antes es la ventilación. Desde el punto de vista de la salubridad es imprescindible, ya que sólo el mero hecho de respirar ya está generando que poco a poco vaya aumentando el nivel de dióxido de carbono y disminuyendo el oxígeno dentro de la vivienda, todo esto sin contar malos olores relacionados con la cocina, cuartos de baño, etc. Por lo tanto para garantizar unos mínimos de calidad de aire, esta acción se hace necesaria. En los edificios antiguos, el propio aire aprovecha las infiltraciones existentes para realizar esta función de forma autónoma, así que si hemos realizado una correcta labor de estanqueidad, sólo nos quedan las ventanas para ventilar. La ventilación mediante la apertura de las ventanas, cumple correctamente con su función, pero no lo hace de la forma más eficiente, en la mayoría de los casos supone una gran pérdida de energía.

Según el RITE para edificios no residenciales, los caudales de aire exterior en l/s por persona utilizando el método indirecto de caudal de aire exterior por persona serán (Tabla 10.1-1):

Tabla 10.1-1 Caudales mínimos de aire exterior por persona utilizando el método indirecto para edificios no residenciales
Fuente: RITE

categoría ¹	l/s persona
IDA 1 (Aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías	20
IDA 2 (Aire de buena calidad): oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.	12,5
IDA 3 (Aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.	8
IDA 4 (Aire de calidad baja)	5

¹ Se emplearán los valores de la tabla cuando las personas tengan una actividad metabólica de alrededor de 1,2 met., cuando sea baja la producción de sustancias contaminantes por fuentes diferentes del ser humano y cuando no esté permitido fumar.

En el caso de edificios residenciales, el documento HS 3 del CTE estipula:

Tabla 10.1-2. Caudal de ventilación mínimo exigido para edificios residenciales. Fuente: HS3 CTE

Locales ²	Caudal de ventilación mínimo exigido q _v (l/s)		
	Por ocupante	Por m ² útil	En función
Dormitorios	5		
Salas de estar y comedores	3		
Aseos y cuartos de baño			15 por local
Cocinas		2 ¹	50 por local ²
Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
Aparcamientos y garajes			120 por plaza
Almacenes de residuos		10	

Con la ventilación mediante la apertura de las ventanas de forma común, no podemos saber si esto se está realizando de forma adecuada, seguramente estaremos ventilando más de lo necesario y también aumentando las pérdidas de calor en invierno y las ganancias de calor en verano. En los edificios modernos, existen sistemas para realizar esta ventilación, hablamos de la ventilación híbrida y la mecánica. La ventilación híbrida utiliza la ventilación natural, pero cuando no se cumplen unas condiciones favorables (presión y temperatura) utiliza extracción mecánica. La mecánica utiliza siempre medios mecánicos para la ventilación. Este tipo de extracción mecánica ha sido muy comúnmente utilizado en cocinas y baños, pero en este caso sería para toda la casa.

En el caso de los edificios históricos, muchas veces incorporar estos sistemas puede ser dificultoso, casi con total seguridad habrá que recurrir a la ventilación natural. En este caso, en vez de usar la apertura de ventanas, podrían utilizarse otros sistemas como rejillas y aireadores, chimeneas, extractores de cubierta, aireadores autoregulables, etc.

10.2. Tipos de aislantes.

Cuando se plantea una rehabilitación energética de la envolvente como es nuestro caso, el uso de aislamiento térmico y la elección apropiada del mismo es de vital importancia. Con la entrada en vigor del CT-79, empezamos a ser conscientes de que un buen aislante térmico puede ser muy beneficioso para la mejora del confort en la envolvente del edificio.

Existen en el mercado gran variedad de materiales con grandes prestaciones. Para elegir un material adecuado tenemos que tener varias cosas en cuenta. Una es la conductividad térmica, que como ya vimos es capacidad de un material de transferir

² En las cocinas con sistema de cocción por combustión o dotadas de calderas no estancas este caudal se incrementa en 8 l/s. ² Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina.

calor por conducción; esto es, por contacto directo y sin intercambio de materia. Por lo tanto mientras más baja sea esta conductividad térmica mejor aislante será el material.

Podemos encontrar materiales aislante (Neila González 2004) en diversos formatos y de diferente procedencia (sintéticos, de origen mineral y vegetal).

Según su uso suelen tener diferentes fórmulas de comercialización:

- Paneles rígidos, para cerramientos verticales u horizontales.
- Manta flexible, para cerramientos horizontales.
- Inyección o relleno, en cámaras de aire.
- Proyección, sobre superficies irregulares o techos.
- Coquillas, para tuberías.
- Aditivo, para morteros.
- Bloques estructurales, para muros y forjados.

Aunque hemos hablado de que la conductividad térmica es una de las características más importantes a tener en cuenta a la hora de elegir un aislante, existen otras condiciones que debemos conocer. Habría unas condiciones básicas como pueden ser la Densidad Aparente (que hace relación al mayor o menor contenido de aire en la pieza), la permeabilidad al vapor de agua y la absorción de agua (ya que el contenido en agua puede empeorar la capacidad aislante del material). Como condiciones secundarias tendríamos la resistencia a compresión y a flexión, ya que si el material se deteriora, dejará de cumplir su función.

Otro aspecto que normalmente no se tiene en cuenta y que en nuestro caso queremos poner de relevancia, son los factores ecológicos y medioambientales de los materiales aislantes. Una de las motivaciones de este trabajo, es la reducción de las emisiones de CO₂, para ello estamos proponiendo soluciones que nos ayuden a ahorrar energía y a su vez evitar emisiones. Si escogemos un material que es un buen aislante, pero en su fabricación es altamente contaminante, no estaremos consiguiendo el objetivo que pretendemos. Por esta razón creemos que es importante tener en cuenta el Análisis del Ciclo de Vida siempre que sea posible. El Análisis del Ciclo de Vida es una de las técnicas actuales de gestión medioambiental (junto con las auditorías energéticas o las evaluaciones del impacto ambiental), que analiza los aspectos medioambientales asociados a los materiales (energía, contaminación, consumo de agua, etc.). Se contempla todo el periodo vital del material, desde su extracción como materia prima, hasta su deconstrucción (reutilización o envío a vertedero), pasando por el transporte de la materia prima, la manufactura en fábrica, el transporte a obra, la puesta en obra y el mantenimiento durante su vida útil.

Tabla 10.2-1 Características principales de los aislantes más utilizados. Fuente: (Instituto Valenciano de la Construcción 2011)

Nombre del material	Origen	Conductividad (λ) W/(mK)	Factor de resistencia a la difusión de vapor agua(μ)	Inflamable	Precio aproximado €/m ²	Formato	Necesidad de protección en la instalación	Coste energético de producción MJ/kg ³	Contenido de producto reciclado (0-3) ⁴	Biodegradable
Poliestireno expandido (EPS)	Petróleo	0,029- 0,053	20-40	Sí	<5	Panel y a granel	No	75-125	1	NO
Poliestireno extruido (XPS)	Petróleo	0,025- 0,040	100- 220	Sí	<15	Panel	Guantes	75-125	1	NO
Poliuretano o Polisocia- nurato (PUR)	Petróleo	0,025- 0,040	60- 150	Sí	<10	Panel y espuma	Ojos, sistema respiratorio y piel	70-125	1	NO
Lana de roca (SW)	Mineral	0,03- 0,05	1	NO	<5	Panel, rollo y a granel	Ojos, sistema respiratorio y piel	15-25	1	NO
Lana de vidrio (GW)	Mineral	0,03- 0,05	1-1,3	NO	<5	Panel, rollo y a granel	Ojos, sistema respiratorio y piel	15-50	2	NO
Perlita expandida (EPB)	Mineral	0,04- 0,06	3-8	NO	<5	Panel, rollo, espuma	Protección frente al polvo	5-20	0	NO

³ **Coste energético de producción MJ/kg:** Los valores han sido obtenidos de diversas fuentes documentadas y hacen referencia al coste energético de los materiales en los procesos de extracción de materia prima, fabricación, transformación y transportes asociados. Hay que indicar que la fiabilidad de los datos referidos a la energía consumida por un determinado material, está muy relacionada con las posibilidades de acceder a fuentes de información y transportes asociados. Hay que indicar que la fiabilidad de los datos referidos a la energía consumida por un determinado material, está muy relacionado con las posibilidades de acceder a fuentes de información precisas, no siempre disponibles, y a las consideraciones de las variaciones posibles en función del conjunto de los ámbitos de aplicación (local, autonómico, nacional, internacional). Es evidente pues, que a lo largo del tiempo, y a medida que se vayan obteniendo más datos, los baremos aquí presentados serán revisados y actualizados si fuera necesario.

⁴ **Contenido de producto reciclado:**

0 En su fabricación no se emplean productos reciclados. **1** En su fabricación se emplean menos de un 25% de materiales reciclados. **2** En su fabricación se emplean entre un 25% y un 50% de productos reciclados. **3** En su fabricación se emplean más de un 75% de productos reciclados.

Vidrio celular (CG)	Mineral	0,035-0,055	Infinita	NO	<60	Panel y espuma	NO	10-75	3	SÍ
Virutas de madera (WF)	Vegetal	0,038-0,107	1-10	SÍ	<40	Panel, rollo, proyectado o y a	NO	5-25	0-2	SÍ
Corcho (ICB)	Vegetal	0,034-1,00	5-30	NO	<25	Panel, rollo, proyectado y a granel	NO	1-25	0	SÍ
Cáñamo (HM)	Vegetal	0,039-0,045	1-2	NO	<25	Panel, rollo, proyectado y a granel	NO	1-40	0	SÍ
Celulosa (CL)	Vegetal	0,035-0,069	1-2	Autoextinguible	<25	Panel, rollo, proyectado y a granel	Protección frente al polvo	1-25	3	SÍ
Fibras de coco (CF)	Vegetal	0,043-0,047	1-2	NO	<40	Panel y rollo	NO	1-10	0	SÍ
Lino (FLX)	Vegetal	0,037-0,047	1-2	NO	<25	Panel, rollo y proyectado	NO	25-40	0	SÍ
Algodón (CO)	Vegetal	0,029-0,040	1-2	Autoextinguible	<10	Rollo	NO	40-50	0-3	SÍ
Lana de oveja (SHW)	Animal	0,035-0,050	1-2	SÍ	<25	Rollo y a granel	NO	10-40	0	SÍ

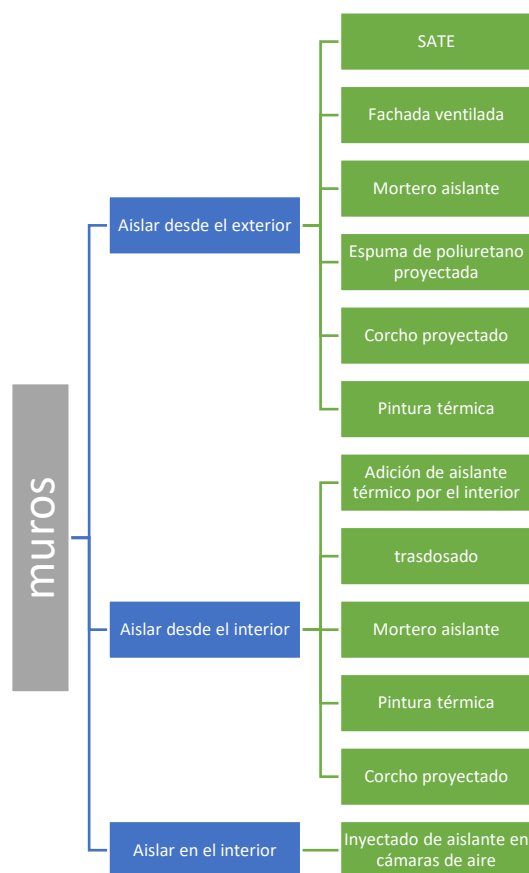
Como hemos visto en la anterior Tabla 10.2-1, hay muchos aspectos por los que nos podríamos decantar o no por un material. Dejando a parte el precio y la conductividad térmica, vemos que hay factores que merece la pena tener en cuenta desde el punto de vista ecológico, por ejemplo que el material sea biodegradable; es decir, que podrá descomponerse por sí solo de una manera natural. Teniendo en cuenta el problema actual que existe con los residuos, es un dato a tener muy en cuenta. Otro es el coste

energético de producción, si queremos ahorrar emisiones de CO₂ en un edificio, instalando un aislante, si para fabricar este se han producido más de las que vamos a ahorrar, claramente no tiene mucho sentido. Y por último la necesidad de protección, si para manipular un material, necesitamos protegernos porque es tóxico, podría producir problemas de salud si los habitantes del edificio por un mal mantenimiento por ejemplo, se vieran expuestos a él sin saberlo.

10.3. Clasificación de las soluciones de rehabilitación energética.

Existen infinidad de sistemas para mejorar la eficiencia energética en edificios existentes, pero no todos se pueden instalar en todos los casos, habrá que tener en cuenta las características del edificio y ciertos condicionantes exclusivos de cada caso para elegir la solución más apropiada. En este apartado vamos a hacer una clasificación general de los sistemas más utilizados y de su posibilidad de implantación en los monasterios. No tendremos en cuenta sistemas que están en investigación o que no estén disponibles en España. Será importante conocer cómo son las soluciones para posteriormente poderlas evaluar con el sistema de evaluación.

10.3.1. Muros



10.3.1.1. Aislar desde el exterior:

Una manera muy utilizada de rehabilitar energéticamente un edificio es a través de sus muros, y la más utilizada es desde el exterior.

a) SATE:

También conocido como Sistema de Aislamiento Térmico Exterior, consiste en adherir al muro soporte un material aislante, normalmente en plancha o panel, de forma mecánica o mediante adhesivos. Sobre el aislamiento se puede realizar un acabado en revoco o bien un aplacado.

Ventajas

- Mínima interferencia con los ocupantes del edificio.
- No se reduce la superficie útil del edificio.
- Se corrigen con facilidad los puentes térmicos.
- Se aprovecha la inercia térmica del soporte.
- Existen muchos acabados disponibles.

Inconvenientes

- Suele ser necesario colocar andamios.
- Varía el volumen de la fachada ya que puede sobresalir unos centímetros.
- Si existen muchas instalaciones en fachada puede ser complicado su aplicación.
- Si la fachada tiene relieves o detalles artísticos la instalación puede no ser posible
- Si el muro es de carga, habrá que calcular que pueda aguantar el peso de la solución

Aplicación en Monasterios

- Teniendo en cuenta que la mayoría de los casos la fachada está protegida, casi con seguridad esta solución quedaría excluida.
- Podría utilizarse en zonas reconstruidas del monasterio con elementos no originales o en zonas como patios que no estuvieran recogidos en la protección.

Tipo de aislante

- Lana de roca, lana de vidrio, poliestireno expandido, poliestireno extruido, paneles de fibra de madera y paneles de corcho.

Precios

- Los precios variaran en función de los materiales empleados tanto de aislante como de acabado.

Espesor de la solución

- En el mercado existen soluciones desde los 30mm a los 220 mm de espesor de aislante a esto habrá que añadir unos 5 centímetros de acabado. (7 cm-27 cm)

b) Fachada ventilada:

La fachada ventilada es un sistema en el que se adhiere un aislante térmico por el exterior. Entre el acabado final y el aislante se dispone una cámara de aire que está ventilada para que pueda existir un flujo de aire interno. El aislante puede fijarse mecánicamente o con adhesivo, pero el acabado final se fija mediante una perfilera al soporte. Los acabados pueden ser diversos, desde placas de cemento hasta materiales metálicos.

Ventajas

- Mínima interferencia con los ocupantes del edificio.
- No se reduce la superficie útil del edificio.
- Se corrigen los puentes térmicos.
- Se aprovecha la inercia térmica del soporte.
- Existen muchos acabados disponibles.

Inconvenientes

- Suele ser necesario colocar andamios.
- Varía el volumen de la fachada ya que puede sobresalir unos centímetros.
- Si existen muchas instalaciones en fachada puede ser complicado su aplicación.
- Si la fachada tiene relieves o detalles artísticos la instalación puede no ser posible.
- Si el muro es de carga, habrá que calcular que pueda aguantar el peso de la solución.

Aplicación en Monasterios

- Teniendo en cuenta que la mayoría de los casos la fachada está protegida, casi con seguridad esta solución quedaría excluida.
- Podría utilizarse en zonas reconstruidas del monasterio con elementos no originales o en zonas como patios que no estuvieran recogidos en la protección.

Tipo de aislante

- Lana de roca, Lana de vidrio, poliestireno expandido, poliestireno extruido, poliuretano, vidrio celular, corcho, celulosa.

Precios

- Los precios variarían en función de los materiales empleados tanto de aislante como de acabado. Lo que más encarece este tipo de fachadas es el acabado, ya que colocar el aislante se hace igual en el SATE.

Espesor de la solución

- El espesor dependerá del espesor del aislante y el del acabado + la cámara de aire.
- El espesor del aislante podrá ir desde 30 mm a 150 mm.
- La cámara de aire unos 50 mm.
- El acabado desde 2 mm.

c) Mortero aislante:

Se trata de un mortero de cal aislante termoacústico. Se puede aplicar a mano o proyectado. Además puede revestirse si se desea un acabado concreto. En puntos singulares donde existe riesgo de fisuración, se puede armar el mortero con una malla. Se puede usar tanto para interior como para exterior.

Ventajas

- Mínima interferencia con los ocupantes del edificio.
- No se reduce la superficie útil del edificio.
- Se corrigen con facilidad los puentes térmicos.
- Se aprovecha la inercia térmica del soporte.
- Existen muchos acabados disponibles.
- Aporta mejoras acústicas.
- Impermeable y transpirable.
- Al estar compuesto de cal es compatible con la mayoría de los soportes.

Inconvenientes

- Suele ser necesario colocar andamios.
- Varía el volumen de la fachada ya que puede sobresalir unos centímetros.
- Si existen muchas instalaciones en fachada puede ser complicado su aplicación.
- Si la fachada tiene relieves o detalles artísticos la instalación puede no ser posible.
- El color del material es amarillo, por lo que habrá que aplicar una capa de acabado.

Aplicación en Monasterios

- Puede ser una buena solución en fachadas en las que ya existe un revestimiento con mortero de cal.
- Aquellas en las que la fábrica de los elementos constructivos será vista, casi con seguridad no podrá aplicarse si queremos respetar el aspecto estético de la catalogación.

Tipo de aislante

- No lleva aislante incorporado como tal, el propio mortero realiza esta función.

Precios

- Unos 33 euros el metro cuadrado para una solución de 30mm (marca Weber).
- unos 48 euros el metro cuadrado para una solución de 30mm (marca Termocal).

Espesor de la solución

- Espesor mínimo de aplicación 30 mm
- Espesor mínimo de aplicación en interiores 15 mm
- Espesor máximo de aplicación por capa 40 mm
- Espesor máximo de acabado 80 mm

d) Espuma de poliuretano proyectada:

Se trata de una capa de espuma de poliuretano proyectada, protegida con pintura o elastómero de poliuretano.

Ventajas

- Mínima interferencia con los ocupantes del edificio.
- No se reduce la superficie útil del edificio.
- Se corrigen con facilidad los puentes térmicos.
- Se aprovecha la inercia térmica del soporte.
- Se aplica con plataforma elevadora o cesta.

Inconvenientes

- Varía el volumen de la fachada ya que puede sobresalir unos centímetros.
- Si existen muchas instalaciones en fachada puede ser complicado su aplicación.
- Si la fachada tiene relieves o detalles artísticos la instalación puede no ser posible
- No suele utilizarse en fachadas, ya que estéticamente no resulta atractivo, está indicado para patios y medianeras.

Aplicación en Monasterios

- Teniendo en cuenta que la mayoría de los casos la fachada está protegida, casi con seguridad esta solución quedaría excluida.
- Podría utilizarse en zonas reconstruidas del monasterio con elementos no originales o en zonas como patios que no estuvieran recogidos en la protección. Pero tendrían que ser lugares que no se vieran porque estéticamente no se admitiría para un B.I.C.

Tipo de aislante

- Espuma de poliuretano.

Precios

- Dependerá del espesor. Sobre unos 13,40 euros los 60mm.

Espesor de la solución

- Espesor mínimo 30 mm

e) Sistema de corcho proyectado:

Se trata de un compuesto a base de gránulos esterilizados (vaporizados) de corcho natural, resinas de primera calidad sin disolventes y tintes inorgánicos de alta estabilidad al exterior. Se aplica directamente sobre el soporte proyectándolo. Puede ser una buena solución para ambientes marinos o en los que exista mucha humedad. Aunque el mercado se publicita como un sistema de aislamiento, sería necesario combinarlo con otro sistema para tener unas mejoras a tener en cuenta.

Ventajas

- Mínima interferencia con los ocupantes del edificio.
- No se reduce la superficie útil del edificio.
- Se aprovecha la inercia térmica del soporte.
- Existen muchos acabados disponibles.
- Aporta mejoras acústicas.
- Impermeable y transpirable.
- Al estar compuesto de corcho es compatible con la mayoría de los soportes.
- Se puede lijar, barnizar, pintar, enfoscar, alicatar o dejarlo según se aplica.
- Se aplica con plataforma elevadora o cesta.
- Tiene buena elasticidad por lo que evitará la aparición de fisuras.

Inconvenientes

- Es una solución más pensada como revestimiento que como aislante en sí.
- Si existen muchas instalaciones en fachada puede ser complicado su aplicación.
- Si la fachada tiene relieves o detalles artísticos la instalación puede no ser posible.

Aplicación en Monasterios

- Puede ser una buena solución en fachadas en las que ya existe un revestimiento con mortero. Pero a menos que se le de un acabado diferente, su textura difiere de la de un mortero de cal.
- Aquellas en las que la fábrica de los elementos constructivos será vista, casi con seguridad no podrá aplicarse si queremos respetar el aspecto estético de la catalogación.

Tipo de aislante

- Copolímeros Acrílicos Y Corcho Natural.

Precios

- Aproximadamente el precio ronda los 25 euros/m².

Espesor de la solución

- Unos tres milímetros.

f) Pintura térmica:

Es una pintura de exterior e interior, fabricada con copolímeros acrílicos puros en emulsión de excelente calidad y resinas de poliuretano, con muy baja conductividad térmica por la incorporación en su fórmula de microesferas huecas en base nanotecnología y pigmentos especiales reflexivos. Se aplica como una pintura convencional.

Ventajas

- Mínima interferencia con los ocupantes del edificio.
- No se reduce la superficie útil del edificio.
- Se aprovecha la inercia térmica del soporte.
- Existen muchos acabados disponibles.
- No varía el volumen de la fachada.

Inconvenientes

- Suele ser necesario colocar andamios.
- Es necesario combinarlo con otro sistema para que exista mejora energética apreciable.

Aplicación en Monasterios

- Puede ser una buena solución en fachadas en las que ya exista un revestimiento exterior.
- Aquellas en las que la fábrica de los elementos constructivos será vista, casi con seguridad no podrá aplicarse si queremos respetar el aspecto estético de la catalogación.

Tipo de aislante

- No lleva aislante incorporado como tal, la propia pintura realiza esta función.

Precios

- unos 15 euros el metro cuadrado.

Espesor de la solución

- espesor mínimo 700 micras.

1.1.1. Aislar desde el interior:

Cuando aislar desde el exterior no es posible, se puede hacer desde el interior.

a) Adición de aislante térmico por el interior.

Consiste en adherir al muro soporte un material aislante, normalmente en plancha o panel, de forma mecánica o mediante adhesivos. Sobre el aislamiento se puede realizar un acabado de yeso enlucido o placa de yeso laminado.

Ventajas

- No necesario colocar andamios.
- No varía el volumen de la fachada.
- No es necesario aplicarlo en toda la fachada, puede hacerse sólo para partes del edificio.
- La fachada queda intacta.
- Existen muchos acabados disponibles.

Inconvenientes

- Interferencia con los ocupantes del edificio.
- Se reduce la superficie útil del edificio.
- No corrigen todos los puentes térmicos.
- No se aprovecha la inercia térmica del soporte.

Aplicación en Monasterios

- Sería muy factible para aquellos monasterios con la fachada protegida y con muchos relieves o acabados decorativos. Si el interior está protegido no se podría realizar. En el caso de espacios reducidos habría que estudiar si se pueden perder esos metros.

Tipo de aislante

- En principio admite tanto aislantes tradicionales como ecológicos, siempre que sean en paneles rígidos.

Precios

- Los precios variaran en función de los materiales empleados tanto de aislante como de acabado.

Espesor de la solución

- Mínimo 55 mm.

b) Trasdoso autoportante:

Consistiría en placas de yeso laminado fijadas sobre perfiles metálicos independientes del muro portante, con el espacio intermedio relleno de material aislante.

Ventajas

- No necesario colocar andamios.
- No varía el volumen de la fachada.
- No es necesario aplicarlo en toda la fachada, puede hacerse sólo para partes del edificio.
- La fachada queda intacta.
- Mejora la resistencia acústica.
- Existen muchos acabados disponibles.
- No es necesario fijarlo al muro, por lo que éste quedaría intacto.
- Pueden alojarse instalaciones en su interior.

Inconvenientes

- Interferencia con los ocupantes del edificio.
- Se reduce la superficie útil del edificio.
- No corrigen todos los puentes térmicos.
- No se aprovecha la inercia térmica del soporte.

Aplicación en Monasterios

- Sería muy factible para aquellos monasterios con la fachada protegida y con muchos relieves o acabados decorativos. Si el interior está protegido pero no importa ocultar el muro, podría ser una solución interesante porque es reversible. Tendremos que tener en cuenta si el resto de los elementos en los que se fijaría están también protegidos. En el caso de espacios reducidos habría que estudiar si se pueden perder esos metros.

Tipo de aislante

- En principio admite tanto aislantes tradicionales como ecológicos, siempre que sean en paneles rígidos, mantas o proyectados. El relleno con virutas o borra no es recomendable.

Precios

- Los precios variarían en función de los materiales empleados tanto de aislante como de acabado. Entorno a los 50 euros/m².

Espesor de la solución

- Entre 6 y 8 centímetros.

c) Mortero aislante:

Se trata de la solución que ya vimos para exteriores pero ahora aplicada en el interior. En un mortero de cal aislante termoacústico. Se puede aplicar a mano o proyectado. Además puede revestirse si se desea un acabado concreto. En puntos singulares donde existe riesgo de fisuración, se puede armar el mortero con una malla.

Ventajas

- No necesario colocar andamios.
- No varía el volumen de la fachada.
- No es necesario aplicarlo en toda la fachada, puede hacerse sólo para partes del edificio.
- La fachada queda intacta.
- Mejora la resistencia acústica.
- Existen muchos acabados disponibles.
- Impermeable y transpirable.
- Al estar compuesto de cal es compatible con la mayoría de los soportes.

Inconvenientes

- Interferencia con los ocupantes del edificio.
- Se reduce la superficie útil del edificio.
- No corrigen todos los puentes térmicos.
- No se aprovecha la inercia térmica del soporte.
- El color del material es amarillo, por lo que habrá que aplicar una capa de acabado.

Aplicación en Monasterios

- Sería muy factible para aquellos monasterios con la fachada protegida y con muchos relieves o acabados decorativos. Si el interior está protegido no se podría realizar.

Tipo de aislante

- No lleva aislante incorporado como tal, el propio mortero realiza esta función.

Precios

- Unos 33 euros el metro cuadrado para una solución de 30mm (marca Weber).
- unos 48 euros el metro cuadrado para una solución de 30mm (marca Termocal).

Espesor de la solución

- Espesor mínimo de aplicación 30 mm
- Espesor mínimo de aplicación en interiores 15 mm
- Espesor máximo de aplicación por capa 40 mm
- Espesor máximo de acabado 80 mm

g) Pintura térmica:

Es una pintura de exterior e interior, fabricada con copolímeros acrílicos puros en emulsión de excelente calidad y resinas de poliuretano, con muy baja conductividad térmica por la incorporación en su fórmula de microesferas huecas en base nanotecnología y pigmentos especiales reflexivos. Se aplica como una pintura convencional.

Ventajas

- No necesario colocar andamios.
- No varía el volumen de la fachada.
- No reduce la superficie útil del edificio.
- No es necesario aplicarlo en toda la fachada, puede hacerse sólo para partes del edificio.
- La fachada queda intacta.
- Existen muchos acabados disponibles.

Inconvenientes

- Interferencia con los ocupantes del edificio.
- No corrigen todos los puentes térmicos.
- No se aprovecha la inercia térmica del soporte.
- Por sí sola no garantiza mejoras importantes con respecto al ahorro de energía.

Aplicación en Monasterios

- Sería muy factible para aquellos monasterios con la fachada protegida y con muchos relieves o acabados decorativos. Si el interior está protegido no se podría realizar. Si el interior está pintado no habría problema siempre que no existieran incompatibilidades con el soporte.

Tipo de aislante

- No lleva aislante incorporado como tal, la propia pintura realiza esta función.

Precios

- Aproximadamente 15 euros el metro cuadrado.

Espesor de la solución

- Espesor mínimo de aplicación 700 micras.

a) Sistema de corcho proyectado:

Se trata de un compuesto a base de gránulos esterilizados (vaporizados) de corcho natural, resinas de primera calidad sin disolventes y tintes inorgánicos de alta estabilidad al exterior. Se aplica directamente sobre el soporte proyectándolo. Puede ser una buena solución para ambientes marinos o en los que exista mucha humedad. Aunque el mercado se publicita como un sistema de aislamiento, sería necesario combinarlo con otro sistema para tener unas mejoras a tener en cuenta.

Ventajas

- No necesario colocar andamios.
- No varía el volumen de la fachada.
- No reduce la superficie útil del edificio.
- No es necesario aplicarlo en toda la fachada, puede hacerse sólo para partes del edificio.
- La fachada queda intacta.
- Existen muchos acabados disponibles.
- Aporta mejoras acústicas.
- Impermeable y transpirable.
- Al estar compuesto de corcho es compatible con la mayoría de los soportes.

Inconvenientes

- Interferencia con los ocupantes del edificio.
- No corrigen todos los puentes térmicos.
- No se aprovecha la inercia térmica del soporte.
- Por sí sola no garantiza mejoras importantes con respecto al ahorro de energía.

Aplicación en Monasterios

- Sería muy factible para aquellos monasterios con la fachada protegida y con muchos relieves o acabados decorativos. Si el interior está protegido no se podría realizar. Si el interior está pintado no habría problema, ya que se podría lijar para conseguir o revestir de yeso para conseguir un acabado parecido.

Tipo de aislante

- copolímeros acrílicos y corcho natural.

Precios

- Aproximadamente 25 euros el metro cuadrado.

Espesor de la solución

- Espesor mínimo de aplicación 3 mm.

1.1.2. Aislar en el interior:

Cuando hablamos de aislar en el interior, nos referimos a actuar en las cámaras de aire existentes en los muros. En nuestro caso, en los monasterios por el tipo de soporte, sería muy difícil encontrar cámaras de aire, a menos que posteriormente se haya construido un muro por el interior o por el exterior del soporte para construir este sistema.

a) Relleno de cámaras con material aislante:

Básicamente consiste en hacer una serie de perforaciones en el muro e inyectar o insuflar un material aislante para rellenar la cámara de aire. Los aislamientos pueden ser varios siempre y cuando sean granulares, espumosos o en fibras.

Ventajas

- Mínima interferencia con los ocupantes del edificio.
- No se reduce la superficie útil del edificio.
- Puede aplicarse por el interior o por el exterior.
- Elimina infiltraciones de aire.
- Conserva el aspecto de la fachada y de la cara interior.

Inconvenientes

- Suele ser necesario colocar andamios.
- No aísla los puentes térmicos.
- No proporciona un aislamiento térmico homogéneo.
- Su eficacia dependerá del estado de las cámaras.

Aplicación en Monasterios

- Sería una aplicación muy minoritaria porque sería raro encontrar muros con cámaras de aire. habría que estudiar cómo afectaría al soporte.

Tipo de aislante

- En principio admite tanto aislantes tradicionales como ecológicos, siempre se sean granulares, espumoso o en fibras.
- Poliuretano, lana de roca, lana de vidrio, poliestireno expandido, celulosa.

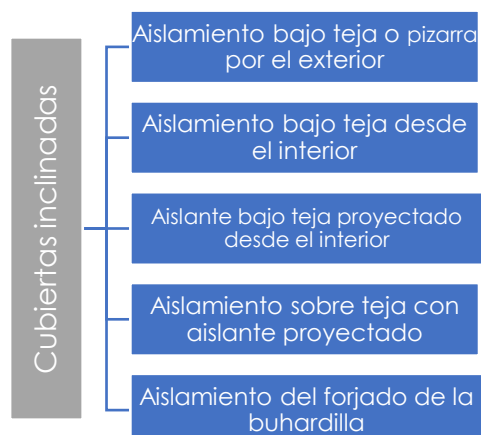
Precios

- Los precios variarían en función de los materiales empleados como aislantes. También influiría si se realiza por dentro o por fuera.

Espesor de la solución

- Será el de la cámara, pero no afecta al volumen del edificio.

10.3.2. Cubiertas:



a) Aislamiento bajo teja o pizarra por el exterior:

En esta solución se levantaría el material de cubrición y se instalaría un aislante sobre el soporte resistente. Será necesario realizar una estructura para fijar el aislante. Podrán utilizarse todo tipo de aislantes rígidos o prefabricados.

Ventajas

- Mínima interferencia con los ocupantes del edificio.
- No se reduce la superficie útil del edificio.
- Puede aprovecharse para colocar una membrana impermeabilizante si no hubiera.
- Elimina infiltraciones de aire.
- Conserva el mismo aspecto por el bajocubierta.

Inconvenientes

- Suele ser necesario colocar andamios.
- Puede cambiar la altura de la cubierta.
- Es necesario levantar el material de cubrición, por lo que si se tiene que volver a instalar habrá que manipular y acopiarlo con cuidado.
- Podrían romperse piezas al realizar el desmontaje.

Aplicación en Monasterios

- Podría ser una solución factible cuando no se pueda actuar desde el interior o tengamos artesonados o vigas protegidas. Puede variar la volumetría de la cubierta, pero en muchos casos, si no interfiere con otros elementos es casi inapreciable desde abajo.

Tipo de aislante

- En principio admite tanto aislantes tradicionales como ecológicos.

Precios

- Los precios variarían en función de los materiales empleados como aislantes.

Espesor de la solución

- Dependerá del espesor del aislante elegido y la nueva estructura de rastreles de madera.

b) Aislante bajo teja desde el interior:

En esta solución recogeríamos todos los sistemas en los que se adhiere un aislante a los elementos de soporte de las tejas, habitualmente un tablero o ripia de madera. En la mayoría de los casos se instalaría un aislante entre las vigas por debajo del tablero. Existe la posibilidad de ocultar posteriormente el aislante con un trasdosado.

Ventajas

- No necesario colocar andamios.
- No varía el volumen de la cubierta por el exterior.
- No varía el aspecto exterior de la cubierta.
- Existen muchos acabados disponibles.

Inconvenientes

- Interferencia con los ocupantes del edificio.
- Se reduce la superficie útil del edificio.
- No corrigen todos los puentes térmicos.
- No se aprovecha la inercia térmica del soporte.

Aplicación en Monasterios

- Sería muy factible para aquellos monasterios en los que no podamos cambiar el aspecto de la cubierta o su volumetría y el desmontaje del material existente sea complicado. Si el interior está protegido no se podría realizar. En el caso de espacios reducidos habría que estudiar si se pueden perder esos metros.

Tipo de aislante

- En principio admite tanto aislantes tradicionales como ecológicos, siempre que se puedan fijar al soporte.

Precios

- Los precios variarían en función de los materiales empleados tanto de aislante como de acabado. Un aislante de 30mm de lana de roca puede costar 7,56 euros/m²

Espesor de la solución

- Desde 30 mm.

c) Aislante bajo teja proyectado desde el interior:

Esta solución consistiría en proyectar un material aislante en el bajo cubierta. Podría ser desde espuma de poliuretano a corcho proyectado.

Ventajas

- No necesario colocar andamios.
- No varía el volumen de la cubierta.
- No reduce la superficie útil del edificio.
- La cubierta queda intacta.
- No existirían discontinuidades de aislamiento.
- Mejora las infiltraciones.

Inconvenientes

- Interferencia con los ocupantes del edificio.
- No se aprovecha la inercia térmica del soporte.
- Para sitios no habitables.

Aplicación en Monasterios

- Sería muy factible para aquellos monasterios con la cubierta protegida por el exterior. Sólo se podría realizar si el espacio no es visible ni habitable y no está protegido. Tampoco si el aislante elegido es incompatible con el soporte.

Tipo de aislante

- Cualquiera que se pueda proyectar.

Precios

- Dependerá del tipo de aislante. Una capa de 30mm de poliuretano puede salir a unos 12,13 euros/m².

Espesor de la solución

- Dependerá del aislante, desde 3mm a 40mm aprox.

d) Aislamiento sobre teja con aislante proyectado:

Se trata de aplicar un aislamiento proyectado sobre teja, en pizarra o cubierta de zinc no suele aplicarse.

Ventajas

- Mínima interferencia con los ocupantes del edificio.
- No se reduce la superficie útil del edificio, ni el volumen de la cubierta.
- Se corrigen con facilidad los puentes térmicos.
- Se aprovecha la inercia térmica del soporte.

Inconvenientes

- Será necesario el uso de andamios si la cubierta no es accesible.
- Cambia la estética de la cubierta.

Aplicación en Monasterios

- Teniendo en cuenta que la mayoría de los casos la cubierta está protegida, casi con seguridad esta solución quedaría excluida.
- Podría utilizarse en zonas reconstruidas del monasterio con elementos no originales o en zonas que no estuvieran recogidos en la protección. Pero tendrían que ser lugares que no se vieran porque estéticamente no se admitiría para un B.I.C.

Tipo de aislante

- Espuma de poliuretano, habitualmente pero existen otros aislantes.

Precios

- Dependerá del tipo de aislante aplicado.

Espesor de la solución

- Espesor mínimo 30 mm hasta 70 mm

e) Aislamiento de forjado de la buhardilla:

Cuando exista una zona de buhardilla podemos optar por instalar un aislante sobre el forjado horizontal. Estos aislantes podrán ser de todos los tipos. En el caso de que fuera un espacio no habitable y además no transitable, puede dejarse el aislante tal cual. Si el espacio es habitable o transitable, podría instalarse un suelo encima.

Ventajas

- No necesario colocar andamios.
- No varía el volumen de la cubierta.
- La cubierta queda intacta por el interior y por el exterior.
- Mejora la resistencia acústica.
- Existen muchos acabados disponibles.
- No es necesario fijarlo al forjado si no es transitable, por lo que éste quedaría intacto.
- Pueden alojarse instalaciones en su interior.

Inconvenientes

- Interferencia con los ocupantes del edificio.
- Se reduce la superficie útil del edificio.
- Si no existe mucha altura y es una zona transitable podría reducirse demasiado la altura.

Aplicación en Monasterios

- Sería muy factible para aquellos monasterios con la cubierta protegida por ambas caras. Es una solución que no necesita fijación al soporte si no es transitable, por lo que si el forjado fuera un artesonado u otro elemento que queremos preservar sería una solución totalmente reversible. Si la zona es habitable, tendremos que estudiar la altura libre que quedaría y si existen interferencias con puertas y escaleras.

Tipo de aislante

- En principio admite tanto aislantes tradicionales como ecológicos.

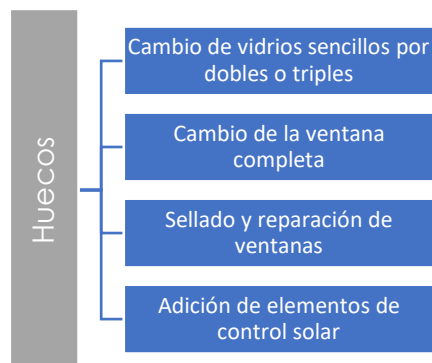
Precios

- Los precios variarían en función de los materiales empleados tanto de aislante como de acabado.

Espesor de la solución

- Dependerá del aislante y el acabado.

10.3.3. Huecos:



a) Cambio de vidrios sencillos por dobles o triples:

Esta solución consiste en conservar la carpintería existente e incorporar unos vidrios con mejores cualidades. Será una solución válida para carpinterías de madera, en otro tipos de carpintería sería muy complicado.

Ventajas

- Mejora la transmitancia del conjunto de la ventana.

Inconvenientes

- Si el marco no es lo suficientemente ancho no podría realizarse. En marcos con divisores también sería muy difícil.
- Podríamos estropear la carpintería.
- Posiblemente tendríamos que modificar el sistema de apertura.

Aplicación en Monasterios

- Sería una buena solución para monasterios en los que tuviéramos que conservar las carpinterías pero los vidrios no fueran originales. Suele ser una solución muy costosa y en pocas ocasiones quedará bien.

Precios

- Los precios dependerán del coste del vidrio nuevo y de los ajustes que haya que hacerle al marco.

Espesor de la solución

- Seguirá siendo la misma porque el marco se conserva.

b) Cambio de la ventana completa:

En principio se trata de una solución relativamente sencilla, ya que la mayoría de los muros suelen tener un ancho suficiente para instalar una carpintería nueva. Se aconseja en este caso optar por carpintería con gran permeabilidad al aire y con vidrios más aislantes. La opción general será la madera, pero donde se permita, se podría instalar carpinterías de otros materiales que imiten el color actual de las carpinterías o bien incluir las de tipo mixto.

Ventajas

- Mejora la transmitancia del conjunto de la ventana.
- Suele ser más económico que adaptar vidrios nuevos a una ventana antigua.
- Pueden instalarse vidrios con persianas interiores si no fuera posible colocarlas y fueran necesarias e incluso contraventanas por el interior.

Inconvenientes

- Si las ventanas originales están protegidas, no podríamos colocar esta solución.

Aplicación en Monasterios

- Sería una buena solución para monasterios en los que no tuviéramos que conservar las carpinterías originales o tuviéramos carpinterías que por no ser originales se podrían sustituir.

Precios

- Dependerán del material del marco, los vidrios elegidos y el diseño de la ventana.

Espesor de la solución

- Será el del marco elegido, como máximo 10 cm.

c) Sellado y reparación de la ventana:

Esta solución consiste en restaurar la ventana existente y sellar tanto la zona del marco con el paramento, como el vidrio con el marco, estudiar si pueden incluirse juntas para prevenir las infiltraciones o colocar burletes si fuera necesario.

Ventajas

- Evita las infiltraciones.
- Es solución que suele ser económica a menos que la carpintería está muy dañada.
- En la mayoría de los casos no es necesario desmontar el marco.

Inconvenientes

- La transmitancia de la ventana será la misma.

Aplicación en Monasterios

- Es muy factible, ya que en la mayoría de los casos si tenemos que conservar la ventana será la única solución posible.

Precios

- Dependerán del estado de la ventana.

Espesor de la solución

- Será el mismo que había.

d) Adición de elementos de control solar:

Una solución que puede ayudar cuando no podemos cambiar la ventana o la ventana instalada ya cumple con los requisitos establecidos en el código técnico, es agregar elementos que nos ayuden a controlar el exceso de radiación solar que incide a través de los vidrios. Para esto existirían soluciones que van desde colocar una lámina de control solar, una cortina en el interior, o instalar una contraventana o una persiana por el interior o exterior.

Ventajas

- No necesitamos desmontar la ventana.
- La ventana existente quedará intacta.
- Son soluciones reversibles.

Inconvenientes

- En la mayoría de los casos, dependerá de la acción humana para que cumpla su función.
- Podrían no poderse instalar en caso de que el soporte de fijación esté protegido.
- Son más efectivas por el exterior, por lo que si se tienen que instalar por el interior serán menos efectivas.

Aplicación en Monasterios

- Es muy factible, ya que en la mayoría de los casos tenemos que conservar la ventana. En el caso de instalación de contraventanas, podrán fijarse al muro interior o exterior. La láminas solares irán adheridas al vidrio, pueden colocarse por el interior o por el exterior.

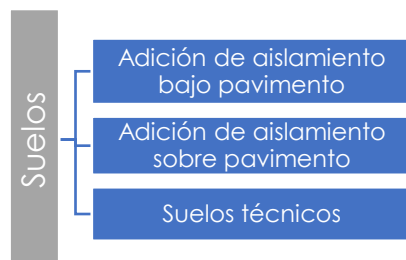
Precios

- Dependerá de la solución adoptada. Lámina de control solar a medida 51,14 euros/m².

Espesor de la solución

- Dependerá de la solución adoptada pero no influirán mucho en el volumen. En el caso de contraventanas habrá que estudiar si interfieren con algún elemento al abrirse.

10.3.4. Suelos:



a) Adición de aislamiento bajo pavimento:

Esta solución consistiría en levantar el pavimento actual e incorporar un aislamiento. Posteriormente se procedería a solar de nuevo con el pavimento desmontado.

Ventajas

- Mejora la transmitancia térmica.
- Aísla de la humedad y de la sensación de suelo frío.
- Pueden utilizarse bastantes tipos de aislantes.
- El suelo original no pierde su aspecto.

Inconvenientes

- Interferencia con los ocupantes del edificio.
- Subiría el nivel del suelo por lo que habría que estudiar altura de puertas, etc.
- Podríamos romper piezas del solado a conservar al desmontarlo.

Aplicación en Monasterios

- Sería una solución posible si tenemos que conservar el suelo original, pero dependiendo del suelo existente y su estado, puede ser complicado de ejecutar. Habría que estudiar la interferencia con puertas y escaleras.

Tipo de aislante

- En principio admite tanto aislantes tradicionales como ecológicos.

Precios

- Los precios variarían en función de los materiales empleados como aislantes y el trabajo de desmontaje y montaje de las piezas originales.

Espesor de la solución

- Dependerá del aislante.

b) Adición de aislamiento sobre pavimento:

Consistiría en conservar el pavimento existente y colocar sobre él un aislante y un suelo nuevo sobre el mismo. Dentro de esta solución incluiríamos también la opción de colocar aislante y alfombras o moquetas sobre él.

Ventajas

- Mejora la transmitancia térmica.
- Aísla de la humedad y de la sensación de suelo frío.
- Pueden utilizarse bastantes tipos de aislantes.
- El suelo original puede conservarse, incluso podría protegerse con geotextil y colocar una aislante que no necesite ser fijado mecánicamente ni mediante material adhesivo al soporte original.
- Solución reversible.

Inconvenientes

- Interferencia con los ocupantes del edificio.
- Subiría el nivel del suelo por lo que habría que estudiar altura de puertas, etc.
- No veríamos el suelo original.
- Deberíamos elegir aislantes y solado nuevo que no degraden el antiguo en su instalación.

Aplicación en Monasterios

- Sería una solución posible si tenemos que conservar el suelo original, pero no importa que no se vea. Puede ser una buena solución en lugares con mucho tránsito. Habría que estudiar la interferencia con puertas y escaleras al subir la altura.

Tipo de aislante

- En principio admite tanto aislantes tradicionales como ecológicos. Sí que tendremos que optar por aislantes que nos permitan colocar un suelo sobre ellos.

Precios

- Los precios variaran en función de los materiales empleados como aislantes y los acabados.

Espesor de la solución

- Dependerá del aislante y el suelo nuevo.

c) Suelos técnicos:

Se trataría de instalar un suelo técnico sobre el pavimento existente. Es una solución muy versátil, ya que nos permite desde colocar aislantes de diferentes tipos, introducir instalaciones e incluso optar por suelos transparentes si queremos que se vea el original pero no queremos pisarlo. No es motivo de esta tesis evaluar las soluciones activas, pero algunos de estos suelos incluyen sistemas radiantes. Por lo que pueden ser interesantes si no pueden colocarse instalaciones por los muros.

Ventajas

- Mejora la transmitancia térmica.
- Aísla de la humedad y de la sensación de suelo frío.
- Pueden utilizarse bastantes tipos de aislantes.
- El suelo original puede conservarse.
- Son autoportantes.
- Solución reversible.
- Habría posibilidad de ver el suelo antiguo.
- Registrable.

Inconvenientes

- Interferencia con los ocupantes del edificio.
- Subiría el nivel del suelo por lo que habría que estudiar altura de puertas, etc.

Aplicación en Monasterios

- Sería una solución posible si tenemos que conservar el suelo original. Si se tiene que ver optar por opción vidrio y si no, por las opciones que incluyen aislamientos. El poder introducir instalaciones y que sean registrables es muy interesante. Puede ser una buena solución en lugares con mucho tránsito. Habría que estudiar la interferencia con puertas y escaleras al subir la altura.

Tipo de aislante

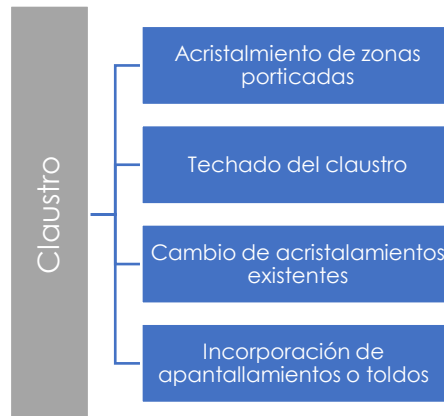
- En principio admite tanto aislantes tradicionales como ecológicos.

Precios

- Los precios variarían en función de los materiales empleados como aislantes y los acabados.

Espesor de la solución

- Dependerá del aislante y el suelo nuevo. Los pies regulables del suelo técnico los hay desde 30 mm a 325mm.

10.3.5. Claustro:**a) Acristalamiento de zonas porticadas:**

Se trataría de acristalar las zonas porticadas de las galerías, bien mediante ventanas o bien mediante sistemas de puertas acristaladas. Es una solución que admite desde acristalamiento de marco invisible a ventanas con marco. Dependerá de la disposición de los huecos y del aspecto estético final que se desee.

Ventajas

- Mejora la transmitancia del hueco.
- Convierte a las pandas en un sistema de invernadero o galería adosada, mejorando el comportamiento térmico del resto de estancias adosadas.
- Permite utilizar las pandas cuando haga frío.
- Protege elementos artísticos alojados en las pandas.

Inconvenientes

- Podría modificar estéticamente el aspecto del claustro.
- Si todos los elementos están protegidos, podría no poder instalarse.

Aplicación en Monasterios

- Sería una buena solución para monasterios en los que se utilizan las pandas como parte semihabitable del edificio. Está indicado para climas fríos. Si no se utilizan mucho no merece la pena desvirtuar el espacio.

Precios

- Dependerán del material del marco, los vidrios elegidos y el diseño de la ventana.

Espesor de la solución

- Será el del marco elegido, como máximo 10 cm.

b) Techado de claustro:

La solución consiste en colocar un techo de cristal o atrio acristalado. Suele ser una solución que se utiliza cuando se quiere anexionar el patio central como parte habitable, pero sin perder la luz que entra a través de él. El problema suele venir por los sobrecalentamientos.

Ventajas

- Amplían los metros cuadrados habitables.
- Mejora el comportamiento térmico del resto de estancias adosadas.
- Protege elementos artísticos alojados en el claustro.

Inconvenientes

- Podría modificar estéticamente el aspecto del claustro.
- Si todos los elementos están protegidos, podría no poder instalarse.
- Pueden producirse sobrecalentamientos.

Aplicación en Monasterios

- Sería una buena solución para monasterios en los que se quiera utilizar el claustro como parte habitable del edificio. Está indicado para climas fríos. Si no se utiliza mucho no merece la pena desvirtuar el espacio. Será necesario que sea practicable para que permita la ventilación y que puedan adosarse apantallamientos.

Precios

- Dependerán del material del marco, los vidrios elegidos y el diseño de la solución.

Espesor de la solución

- Será el del marco elegido, como máximo 10 cm.

c) Cambio de acristalamientos existentes:

Se trataría de sustituir los sistemas de acristalamiento ya existentes por otros más eficientes.

Ventajas

- Mejora la transmitancia del conjunto de la ventana.
- Suele ser más económico que adaptar vidrios nuevos a una ventana antigua.
- Pueden instalarse vidrios con persianas interiores si no fuera posible colocarlas y fueran necesarias e incluso contraventanas por el interior.

Inconvenientes

- Si las ventanas originales están protegidas, no podríamos colocar esta solución .

Aplicación en Monasterios

- Sería una buena solución para monasterios en los que no tuviéramos que conservar las carpinterías originales o tuviéramos carpinterías que por no ser originales se podrían sustituir.

Precios

- Dependerán del material del marco, los vidrios elegidos y el diseño de la ventana.

Espesor de la solución

- Será el del marco elegido, como máximo 10 cm.

d) Incorporación de apantallamiento o toldos:

Se trataría de incorporar elementos de control solar en el claustro, bien a través de las ventanas o acristalamientos ya existentes, bien incorporando un toldo en la zona de patio.

Ventajas

- No necesitamos desmontar la ventana.
- La ventana existente quedará intacta.
- Son soluciones reversibles.

Inconvenientes

- En la mayoría de los casos, dependerá de la acción humana para que cumpla su función.
- Podrían no poderse instalar en caso de que el soporte de fijación esté protegido.
- Son más efectivas por el exterior, por lo que si se tienen que instalar por el interior serán menos efectivas.

Aplicación en Monasterios

- Es muy factible, ya que en la mayoría de los casos tenemos que conservar la ventana. En el caso de instalación de contraventanas, podrán fijarse al muro interior o exterior. Las láminas solares irán adheridas al vidrio, pueden colocarse por el interior o por el exterior. La instalación de un toldo estará especialmente indicado en el caso de atrios acristalados y en zonas con veranos muy calurosos. En muchas ocasiones la instalación del toldo no estará permitida.

Precios

- Dependerá de la solución adoptada.

Espesor de la solución

- Dependerá de la solución adoptada pero no influirán mucho en el volumen. En el caso de contraventanas habrá que estudiar si interfieren con algún elemento al abrirse.

Capítulo 11. Sistema de evaluación de soluciones de rehabilitación energética

11.1. Definición de conceptos.

En este capítulo desarrollaremos el Sistema de evaluación de soluciones de rehabilitación energética en Monasterios Bien de Interés cultural. En este apartado, no obstante, antes de pasar a exponer los distintos valores que adornan el sistema de evaluación propuesto, consideramos oportuno definir algunos conceptos importantes para delimitar el ámbito de actuación del sistema de evaluación.

Entenderemos por “sistema de evaluación” el proceso por medio del cual el objeto a evaluar, se analiza y se valoran sus características y condiciones en función de unos parámetros de referencia para emitir un juicio que sea relevante para una circunstancia concreta.

En nuestro caso el “sistema de evaluación” será el proceso por el cual una solución de rehabilitación energética, se analiza y se valoran sus características físicas y constructivas en función de unos parámetros de referencia, en este caso por medio de los indicadores, para emitir un juicio que ayude a la toma de decisiones a la hora de elegir o no esa solución para la intervención en un edificio B.I.C.; bien porque no sea apropiada, bien porque en comparación con otras soluciones esté peor valorada.

La evaluación se realiza mediante una recogida sistemática de información, centrada en los que llamaremos indicadores. Los Indicadores, son hechos o expresiones concretas y cuantificables cuyos valores nos permiten medir la idoneidad, la eficacia y la eficiencia del objeto a evaluar. Para evaluar correctamente es necesario concretarlos y explicitarlos desde el inicio.

Estos indicadores podemos clasificarlos en dos tipos: cuantitativos y cualitativos. El enfoque cualitativo busca principalmente “dispersión o expansión” de los datos e información, mientras que el enfoque cuantitativo pretende intencionalmente “acotar” la información (medir con precisión las variables del estudio, tener “foco”). Así como un estudio cuantitativo se basa en otros previos, el estudio cualitativo se fundamenta primordialmente en sí mismo. El primero se utiliza para consolidar las creencias (formuladas de manera lógica en una teoría o un esquema teórico) y establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población; y el segundo, para construir creencias propias sobre el fenómeno estudiado como lo sería un grupo de personas únicas (Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado & Baptista Lucio 2010).

En nuestro caso, tendremos que tener en cuenta los dos enfoques, ya que ciertos indicadores podrán ser cuantificables, pero teniendo en cuenta que en el marco

normativo en el que nos movemos con respecto a la catalogación de los edificios no existen medidas o rangos definidos, muchos de estos indicadores serán cualitativos, ya que serán fruto de la reflexión.

Las escalas de valoración consisten en una serie de categorías ante cada una de las cuales el evaluador debe emitir un juicio, indicando el grado en el que se cumple o no una característica del objeto a evaluar.

Una escala de valoración, en general, puede ser:

- Numérica (por ej. de 1 a 5).
- Estimativa (mucho, poco, nada; siempre - normalmente - a veces - nunca; etc.).
- Descriptiva (se hace una descripción de la característica poseída o se selecciona aquella descripción que mejor refleja la situación).

Al identificar los indicadores no hemos de olvidar cuantificar el número mínimo a conseguir para poder decir si la evaluación ha sido positiva o negativa.

De esta manera, al evaluar los indicadores podremos cuantificar el número mínimo que debe alcanzarse para poder decidir si la evaluación ha sido positiva o negativa.

Por último, teniendo en cuenta que algunos de los criterios que se usan tienen que ver con los valores que adornan al edificio y le otorgan la calificación de BIC y no pueden ser plenamente controlados, pues cualquier solución propuesta para intervención en estas edificaciones debe ser aprobada por la Comisión de patrimonio correspondiente hemos de ser flexibles para poder evaluar también los imprevistos que pueden surgir y que van a incidir en el desarrollo positivo o negativo de la evaluación. Por este motivo será recomendable dejar siempre una opción abierta para recoger aquellas situaciones excepcionales que no estén recogidas en la escala de valoración. Esto lo haremos posible a través de las opciones de la escala de valoración.

11.2. Bases del sistema de evaluación.

El objeto de este sistema, como su nombre indica, es evaluar las soluciones de rehabilitación energética que se podrían aplicar a cualquier monasterio B.I.C. pertenecientes al monacato (cartujos, cistercienses, benedictinos y premostratenses), concretamente los que aparecen como habitables en la Base de datos que se ha elaborado en esta tesis. **No es objeto del sistema calificar o evaluar energéticamente el edificio completo que se quiere rehabilitar energéticamente; se trata de establecer un sistema de cribado de soluciones como paso previo a que el proyectista o el técnico que vaya a realizar la calificación energética del edificio o la simulación energética, pueda incluir soluciones que ya previamente se ha comprobado que cumplen con los requisitos de la catalogación.** El sistema está diseñado para evaluar soluciones de rehabilitación energética relacionadas con la envolvente, no está incluido en esta tesis el estudio de las instalaciones, aunque está contemplada la posibilidad de ampliar el sistema de evaluación con soluciones de mejora de las instalaciones como continuación de esta investigación en el futuro. Nos decantamos por las soluciones que

tienen que ver con la envolvente porque que han sido menos utilizadas y analizadas en casos reales; por un lado porque la mejora de las instalaciones suelen aportar amortizaciones de la inversión más rápidas y mayores ahorros energéticos en general, pero también porque es más complicado actuar sobre los elementos de la envolvente que son los que suelen estar protegidos. Sin entrar a juzgar la conveniencia de aplicar medidas de mejora de la eficiencia energética de las instalaciones o de la envolvente, el sistema de evaluación de soluciones de rehabilitación energética pretende ser una ayuda en esa toma de decisiones cuando se quiera actuar sobre la envolvente, sirviendo de herramienta para poder evaluar intervenciones en elementos altamente protegidos.

Para entender la diferencia fundamental entre este sistema de evaluación y otros anteriormente descritos en el capítulo de experiencias anteriores, tenemos que volver al esquema en el que se compara el proceso de rehabilitación energética entre un edificio existente sin catalogación y un edificio catalogado como B.I.C. (Ilustración 11.2-1). Uno de los pasos en los que podemos observar diferencias importantes es el del criterio de selección de la solución (sombreado en amarillo). Existe una diferencia de criterio a la hora de elegir una solución para un tipo de edificio u otro; es decir, existen prioridades diferentes. En un edificio catalogado primará que la solución respete los requisitos establecidos en la catalogación, por delante del criterio económico, ya que si una solución es muy rentable desde el punto de vista económico pero no cumple con los requisitos establecidos en su grado de protección, habrá que descartarla.

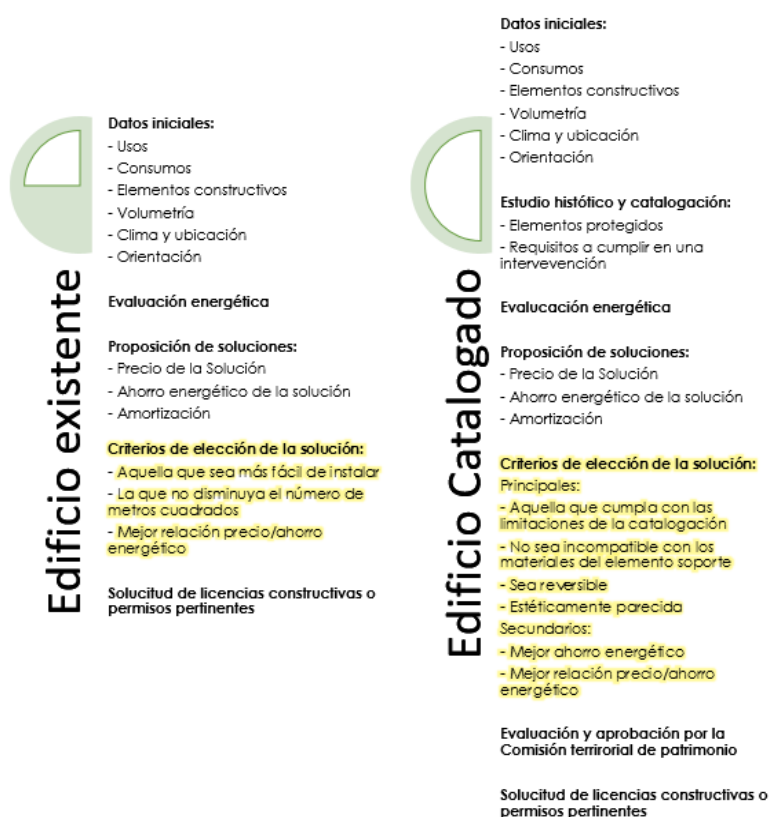


Ilustración 11.2-1 Comparativa del proceso de rehabilitación energética entre un edificio existente no catalogado y uno catalogado. Fuente: elaboración propia

Por lo tanto el sistema de evaluación tendrá dos funciones principales (Ilustración 11.2-2):

- descartar o aprobar una solución desde el punto de vista del cumplimiento de los requisitos de catalogación.
- Y en el caso de cumplir la catalogación, podremos seguir evaluando la solución desde diferentes puntos de vista y ofrecer una evaluación tanto parcial como global a fin de que podamos comparar varias soluciones.

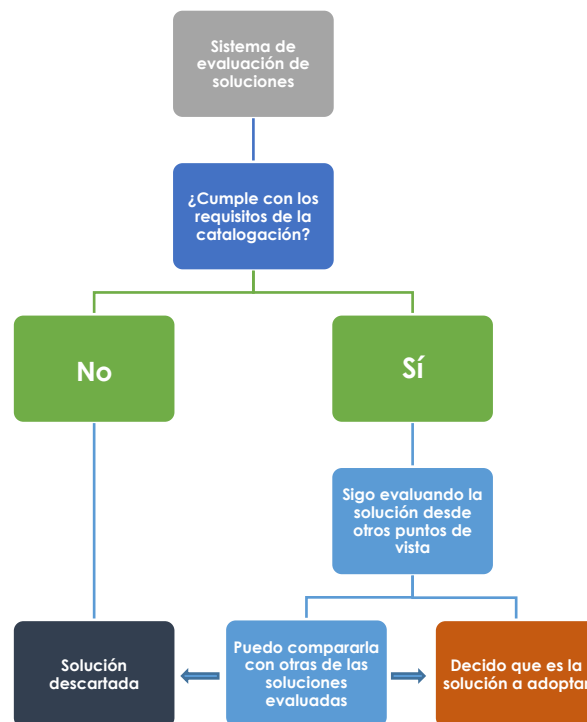


Ilustración 11.2-2. Esquema de funcionamiento del sistema de evaluación. Fuente: Elaboración propia

El modo de saber si cumplimos con la catalogación y evaluar la solución desde otros aspectos, lo haremos a través de indicadores. Para poder llevar a cabo la evaluación, el modelo realiza una recogida sistemática de información, centrada en los que llamaremos indicadores. Cada indicador tendrá una escala de valoración con diferentes niveles, como ya se ha realizado anteriormente en otras herramientas que ayudan a la toma de decisiones como el Catálogo de Soluciones Constructivas de la Comunidad Valenciana (Instituto Valenciano de la Construcción 2011) en el que se evalúan cada una de las soluciones recogidas en el catálogo por medio de cinco indicadores con escalas de evaluación de tres niveles. En el caso del catálogo de la Comunidad Valenciana, lo que se hace es clasificar los elementos constructivos característicos del tipo de edificio, en este caso edificios de bloque de viviendas entre los años 60 y 80, y se cruzan con las soluciones existentes en el mercado y a través de los indicadores se evalúan de tal forma que permite comparar varias soluciones. En la Ilustración 11.2-3 vemos un extracto de dicha guía, en donde vemos como se valoran diferentes soluciones para cubiertas inclinadas. Arriba aparecen las soluciones

sombreadas en verde y a la izquierda los cuatro tipos de cubierta característica de esta tipología de edificios. En el centro vemos sombreado en gris las soluciones no posibles, en blanco las posibles y con figuras, las probables. Dentro de las probables, se representa la valoración con respecto a los cuatro indicadores que aparecen abajo: Idoneidad técnica, facilidad de ejecución, Viabilidad económica y eficiencia medioambiental. En nuestro caso la estructura sería muy parecida; donde en este caso es (probable, posible e improbable), en nuestro caso sería si cumple o no con la catalogación. Y como en el caso de este ejemplo del catálogo de soluciones de la Comunidad Valenciana, seguiríamos evaluando las que cumplen. Además nos permite, saber si la solución que queríamos evaluar cumple y comparar la solución con otras para ver cuál es la que más nos interesa.

QB CUBIERTAS

Valoración de las diferentes posibilidades de mejora de cubiertas inclinadas

	MJ-QB16	MJ-QB17	MJ-QB18	MJ-QB19	MJ-QB20	MJ-QB21	MJ-QB22	MJ-QB23
ID-QB14			▲ ● ◆		▲ ● ◆		▲ ● ◆	
ID-QB15		▲ ● ◆				▲ ● ◆		
ID-QB16	▲ ● ◆		▲ ● ◆				▲ ● ◆	
ID-QB17				▲ ● ◆				▲ ● ◆

Tabla 8. Valoración de las diferentes posibilidades de mejora de cubiertas inclinadas

▲ ● ◆	Probable
	Posible
	Improbable

Idoneidad técnica	
▲	Alta
●	Media
◆	Baja

Facilidad de ejecución	
▲	Alta
●	Media
◆	Baja

Viabilidad económica	
▲	Alta
●	Media
◆	Baja

Eficiencia medioambiental	
▲	Alta
●	Media
◆	Baja

Ilustración 11.2-3. Extracto de la Guía de Soluciones Constructivas en las que se ve el sistema de valoración. Fuente:(Instituto Valenciano de la Construcción 2011)

Aunque el modelo establecido por la Comunidad Valenciana nos parece válido, de hecho nos servirá como referencia en algunos aspectos, como ya comentamos en el capítulo de experiencias anteriores, no cumpliría con nuestro objetivo porque no tiene en cuenta los requisitos de catalogación.

Al revisar los criterios que se establecen en los catálogos de los ayuntamientos, como ya pudimos ver en el capítulo de requisitos a cumplir según la catalogación, se suele hacer mención al estado de elementos protegidos y permite o no hacer ciertas intervenciones según el mismo. Además tenemos que tener en cuenta que en un edificio catalogado como B.I.C. podremos encontrar partes protegidas y partes que no. A fin de que el sistema sirva para evaluar las soluciones de rehabilitación energética en todo el monasterio, tendremos que tener en cuenta que también podamos evaluar las partes

no protegidas; de modo que además de tener en cuenta el elemento constructivo a intervenir, también tendremos que saber en qué caso de los que exponemos a continuación se encuentra (Tabla 11.2-1), ya que en los catálogos se establecen diferentes requisitos según el caso:

Tabla 11.2-1 Casos en los que podemos encontrarnos el elemento constructivo a intervenir según si es un elemento original o no y si está protegido o no. Fuente: Elaboración propia.

Casos en los que podemos encontrarnos el elemento constructivo	Descripción	Código
Elemento Original con posibilidad de restauración	Elemento original protegido en buen estado de conservación en el que sólo cabe la restauración	CASO1_OP_SR
Elemento Original sin posibilidad de restauración pero sí de rehabilitación	Elemento original protegido al que hay que integrarle una pieza nueva o sustituir por otro nuevo porque se encuentra mal conservado	CASO2_OP_RE
Elemento Original no protegido y/u oculto	Elementos que no están protegidos aun siendo originales o están protegidos pero se pueden ocultar bajo otra solución	CASO3_ONP_PO
Elemento no Original visto	Elemento que aunque no es original está integrado en una zona protegida	CASO4_NO_V
Elemento no Original y/u oculto	Elemento que además de no ser original puede permanecer oculto	CASO5_NO_O

Por lo tanto, el criterio de toma de decisiones será diferente según los casos y eso lo haremos posible estableciendo diferentes grados de cumplimiento a través de los indicadores; es decir, una solución cuyo elemento constructivo a intervenir se encuentre en el primer caso (CASO1_OP_SR): Elemento original con posibilidad de restauración, deberá cumplir unos requisitos mínimos para poder ser tomada como válida y seguir evaluándola, mientras que un elemento original no protegido y/u oculto (CASO3_ONP_PO) no tendría sentido que tuviera que cumplir los mismos requisitos.

Por lo tanto, en nuestro caso, como diferencia fundamental y como novedad con respecto a otros sistemas de evaluación, tendremos que tener en cuenta no sólo el elemento constructivo sino también el CASO en el que se encuentra el mismo (Tabla 11.2-1) para poder realizar la valoración, ya que según el caso, los indicadores tendrán un peso diferente en la valoración y habrá ciertos indicadores en los que llegar a cierta puntuación será de obligado cumplimiento para validar la solución.

Como ya vimos en el capítulo de experiencias anteriores, si queremos realizar un sistema de evaluación de soluciones de rehabilitación energética en monasterios Bien de Interés Cultural, tendremos que establecer una metodología de diseño, en nuestro caso hemos utilizado la siguiente:

1. En primer lugar, se han determinado los indicadores que debe tener el sistema para que podamos determinar si una solución es respetuosa con los requisitos mínimos que tienen que cumplir según la catalogación del edificio.

2. Se han definido los indicadores. Se han elegido aquellos que son útiles y necesarios para evaluar la solución desde diferentes puntos de vista, de modo que permitan una análisis lo más completo posible de la decisión.
3. Se han establecido las escalas de valoración y estimado qué indicadores serán valorados de forma cuantitativa y cuáles de forma cualitativa.
4. Se ha establecido un criterio de toma de decisiones. Hemos establecido prioridades entre indicadores teniendo en cuenta los cinco CASOS expuestos en los que se puede encontrar el elemento constructivo.
5. Se ha establecido la metodología de evaluación del sistema.
6. Se ha optado por una forma de representación gráfica para la interpretación de los resultados de la evaluación de las soluciones constructivas.
7. Hemos realizado un banco de pruebas con tres monasterios ejemplo utilizando la metodología de casos-tipo (Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado & Baptista Lucio 2010), para comprobar si el sistema funciona adecuadamente, detectando posibles fallos y subsanándolos.
8. Cuando el sistema funciona correctamente, validamos el mismo con una intervención real en un monasterio diferente a los que utilizamos para el diseño.

11.3. Indicadores.

Como podemos extraer de las conclusiones de los capítulos anteriores, podemos realizar una clasificación por tipos de los distintos indicadores que deben componer el sistema de evaluación de soluciones.

En primer lugar tenemos indicadores que están relacionados con la calificación como BIC del edificio. También procede incluir indicadores relacionados con la rehabilitación de los sistemas constructivos. Y, por supuesto, indicadores que permitan evaluar las soluciones de rehabilitación energética.

11.3.1. Indicadores relacionados con el cumplimiento de la calificación patrimonial del edificio.

Como podemos extraer de las conclusiones del capítulo de requisitos a cumplir según la catalogación del edificio, cada ayuntamiento tiene una forma diferente de plasmar las limitaciones a la hora de intervenir en un edificio catalogado. Como ya comentamos unos simplemente dan unas pautas generales y otros realizan fichas concretas de cada edificio. De una forma u otra, al tener que cumplir la Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español, las comunidades autónomas al desarrollar sus leyes autonómicas, suelen establecer los mismos criterios de protección y los ayuntamiento se acogen a ellos. De todas formas, siempre tendrá la última palabra la comisión de patrimonio territorial, por lo que suelen primar los criterios autonómicos. En este sentido, tomando como base las conclusiones antes mencionadas, los indicadores a incluir en el sistema dentro de esta tipología se sustentan en las siguientes consideraciones:

- Una es que se establecen criterios de actuación según si el soporte o elemento a intervenir es original o no. Y en el caso de que lo sea si hay posibilidad de restaurarlo o si grado de deterioro no lo permite.

- En la segunda es que establece una serie de criterios que deberíamos recoger por medio de los indicadores:

Tabla 11.3-1 Resumen criterios de intervención recogidos en las leyes autonómicas y municipales. Fuente: Elaboración propia

Criterios Autonómicos
Mínima Intervención.
Respeto por la información histórica, los materiales tradicionales, los métodos de construcción y las características esenciales del bien, sin perjuicio de que pueda autorizarse el uso de elementos, técnicas y materiales actuales para la mejor conservación del mismo.
<u>Se conservarán las características volumétricas, estéticas, ornamentales y espaciales</u> del inmueble, así como las aportaciones de distintas épocas. La eliminación de alguna de ellas deberá estar claramente documentada y convenientemente justificada en orden a la adecuada conservación de los bienes afectados.
Se evitarán los intentos de reconstrucción. Cuando la aportación de materiales sea indispensable para la estabilidad y el mantenimiento del inmueble, esta habrá de ser justificada, reconocible y sin discordancia estética o funcional con el resto del mismo. <u>No podrán realizarse reconstrucciones que conduzcan a confusiones miméticas</u> que falseen su autenticidad histórica, salvo cuando se utilicen partes originales de los mismos y pueda probarse su procedencia.
La <u>reversibilidad</u> de los procedimientos que se apliquen.
Se prohíbe el uso de técnicas y materiales que no sean <u>compatibles</u> con los que conforman el bien y su entorno, o con los valores objeto de protección según el régimen aplicable. Las técnicas y materiales utilizados en las intervenciones deberán ofrecer comportamientos y resultados suficientemente avalados por la experiencia o por la investigación.
Las <u>adiciones</u> que se autoricen deberán <u>respetar la armonía del conjunto</u> , distinguiéndose de las partes originales para evitar las falsificaciones históricas o artísticas.
Criterios municipales
En todos los casos, sólo se permite restauración o rehabilitación. En el caso de elementos originales existentes, se aboga por la restauración. Cuando estos elementos ya no existen o se encuentran en un mal estado, de modo que la restauración no sea posible, se decanta por la sustitución de los elementos dañados por otros <u>nuevos pero de similares características</u> .
En cuanto a fachadas, prima el <u>no alterar la composición original</u> . No cambiar huecos y <u>mantener el aspecto estético</u> de los acabados.
En cubiertas, prácticamente que <u>no cambie la altura y la morfología</u> y que mantengan el elemento de cubrición original, al menos en aspecto.
En estructuras, normalmente atenderá a los criterios de restaurar elementos originales y rehabilitar elementos en mal estado, sobre todo cuando son elementos vistos. <u>Si son elementos que no se ven y ya no son originales, se puede incluso intervenir con otros sistemas y materiales diferentes</u> .
En el caso de carpinterías, se optará por restaurar los originales y si hubiera que sustituir, hacerlo con carpinterías de madera u otra material que <u>imitara el aspecto del elemento original</u> .
En el caso de los suelos <u>mantener original y restituir con piezas de aspecto similar</u> .

De estas reflexiones recogidas en la Tabla 11.3-1 sacamos cuatro indicadores que deberían aparecer en el sistema de evaluación porque lo encontraremos en prácticamente la totalidad de los requisitos de catálogos de edificios protegidos de los Ayuntamientos:

- ✓ Color
- ✓ Textura
- ✓ Volumen
- ✓ Apariencia

Con estos cuatro indicadores garantizamos que todo lo que tiene que ver con no alterar el aspecto del elemento a intervenir, estará recogido en los requisitos a cumplir. En este sentido, en el caso del volumen, el sistema incorpora para la evaluación, el que no haya volúmenes salientes en la envolvente, es decir, que las fachadas no sobresalgan, que no se altere la altura, que en los suelos no aumentemos mucho los espesores, etc. Y en el indicador de apariencia, se considera que no se vea alterada la apariencia compositiva del elemento; no haya alteraciones en las fachadas con cambios en la configuración de la misma. Y en cuanto a los indicadores de textura y color, la evaluación contemplará que sean similares o parecidos a lo existente.

Algunas comunidades autónomas, como es el caso de Andalucía, han incluido en sus leyes autonómicas sobre patrimonio otros dos aspectos a tener en cuenta:

“Los materiales empleados en la conservación, restauración y rehabilitación deberán ser compatibles con los del bien. En su elección se seguirán criterios de reversibilidad, debiendo ofrecer comportamientos y resultados suficientemente contrastados. Los métodos constructivos y los materiales a utilizar deberán ser compatibles con la tradición constructiva del bien.” (Junta de Andalucía 2007)

Por lo tanto además de los cuatro indicadores anteriormente expuestos deberemos sumar:

- ✓ Compatibilidad
- ✓ Reversibilidad

La compatibilidad de la medida adoptada con el elemento sobre el que se va a aplicar, debería ser un factor decisivo a la hora de elegir una medida u otra, ya que una mala compatibilidad podría deteriorar un elemento a proteger. Teniendo en cuenta los avances tecnológicos en cuanto a soluciones, creemos que si una medida es reversible, el elemento a proteger podría volverse a intervenir manteniendo sus características intactas cuando se quiera poner otro sistema más avanzado o puedan producirse otras circunstancias como un cambio de uso que necesite una intervención o solución diferente.

11.3.2. Indicadores relacionados con la rehabilitación de los sistemas constructivos.

Además de los indicadores anteriores que, de alguna manera afectan a la catalogación del edificio, es necesario incluir en la herramienta, indicadores que valoren aspectos relacionados con la rehabilitación desde el punto de vista técnico.

En este aspecto, tomando como referencia la Guía de Rehabilitación energética de la Comunidad Valenciana, existen tres indicadores que son determinantes para elegir cualquier solución constructiva:

- ✓ Viabilidad técnica
- ✓ Viabilidad económica
- ✓ Facilidad de ejecución

En cuanto a la viabilidad técnica, se incluye para valorar que la solución constructiva considerada, se pueda aplicar porque contamos con las tecnologías, medios y tiempo para ello. La viabilidad económica atenderá al hecho de que la medida sea asumible desde el punto de vista presupuestario; es decir, si es un coste elevado o no en comparación con soluciones similares que se pueden adoptar para ese elemento constructivo. Y en lo referente a la facilidad de ejecución tendremos en cuenta la forma de ejecución de la medida y si es más sencilla de aplicar o no que otras medidas similares. Por ejemplo si requiere muchos medios materiales o humanos, o es una técnica peligrosa o el acceso a la zona a intervenir es complicado.

Otro aspecto que deberíamos tener en cuenta y pocas veces se hace es el de la facilidad de mantenimiento de las medidas adoptadas. Muchas intervenciones en rehabilitación y restauración, se producen por que existe degradación de un elemento por falta de mantenimiento, es el caso clásico de las cubiertas. Por esta razón, será importante elegir soluciones que requieran de poco mantenimiento o que este sea relativamente sencillo. Para poder valorar la solución también desde este punto de vista incluiremos otro indicador:

- ✓ Facilidad de mantenimiento o coste de mantenimiento

11.3.3. Indicadores relacionados con la rehabilitación energética.

Finalmente y teniendo en cuenta que se trata de una rehabilitación energética, es necesario incluir indicadores que permitan valorar las soluciones desde este aspecto. Aunque como ya indicamos en el apartado 11.2., no es objeto del sistema calificar o evaluar energéticamente el edificio completo que se quiere rehabilitar, ya que la utilización de este sistema de evaluación sería la fase intermedia entre la evaluación energética del edificio y la evaluación energética del edificio incorporando las mejoras propuestas, incluiremos indicadores que nos aporten información relacionada con este aspecto. Para ello hemos establecido tres indicadores:

- ✓ Mejora de la eficiencia energética
- ✓ Respetuosa con el medio ambiente
- ✓ Durabilidad de la medida

Como ya vimos en el caso del catálogo de soluciones de rehabilitación energética de la Comunidad Valenciana, se incluía un indicador denominado eficiencia medioambiental que hacía referencia a la mejora de la eficiencia energética. En nuestro caso con el indicador de Mejora de la eficiencia energética lo que pretendemos es que podamos comparar soluciones diferentes, no cuantificar la eficiencia de las medidas. Para poder cuantificar la eficiencia energética de las medidas, tendríamos que calcular las demandas de calefacción, refrigeración y calefacción en el caso de que el edificio fuera una vivienda y en el caso de un edificio terciario, además tendríamos que tener en cuenta la ventilación e iluminación. En nuestro caso, este cálculo de las demandas del edificio, tendrían que realizarse antes y después de la elección de las medidas de mejora. En cualquier caso, no es el objeto de nuestro estudio, lo que pretendemos con el indicador de Mejora de la eficiencia energética, es utilizar un criterio que nos sirva para comparar medidas, en este caso referido al ahorro energético teórico que nos proporcionaría la medida. Por poner un ejemplo, es como si escogemos dos materiales diferentes para la carpintería de una ventana teniendo en cuenta su conductividad, teóricamente el de menor conductividad térmica será el más indicado y nos produciría más ahorro energético; pero existen otros factores que pueden influir en que no consigamos el ahorro energético teórico una vez instalada la ventana, como pueden ser infiltraciones, mala elección de los vidrios según la orientación, etc.

Como se expuso en el capítulo de soluciones constructivas, el CTE en la Exigencia Básica HE1 de limitación de la demanda energética, en el Apéndice E, recoge los valores orientativos para la envolvente térmica. Según el documento, el uso de soluciones constructivas con parámetros característicos iguales a los indicados, no garantiza el cumplimiento de la exigencia pero debería conducir a soluciones próximas a su cumplimiento. Por lo tanto en nuestro caso utilizaremos de referencia estos valores, aun teniendo en cuenta que este tipo de edificios están exentos de cumplirlos. Pero entendemos que todas las soluciones que los cumplan o al menos se acerquen a estos valores, serán soluciones aceptables para garantizar una mejora de la eficiencia energética.

Tabla 11.3-2 Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica. Fuente: CTE (Ministerio de Fomento 2013)

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno ⁽¹⁾ [W/m ² ·K]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m ² ·K]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos ⁽²⁾ [W/m ² ·K]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad al aire de huecos ⁽³⁾ [m ³ /h·m ²]	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 27	≤ 27	≤ 27

⁽¹⁾ Para elementos en contacto con el terreno, el valor indicado se exige únicamente al primer metro de muro enterrado, o al primer metro del perímetro de suelo apoyado sobre el terreno hasta una profundidad de 0,50m.

⁽²⁾ Se considera el comportamiento conjunto de vidrio y marco. Incluye lucernarios y claraboyas.

⁽³⁾ La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa.

El CTE utiliza el valor de la transmitancia térmica del elemento como valor orientativo, por lo que en nuestro caso también nos valdremos del mismo dato para configurar el indicador de mejora de la eficiencia energética, con la salvedad de que lo que haremos será calcular el tanto por ciento de mejora teniendo en cuenta las pérdidas

de calor a través de elemento. Si tuviéramos sólo en cuenta la transmitancia del elemento, sin tener en cuenta la superficie del elemento en m^2 en los que se aplica la solución, al comparar soluciones en un mismo elemento, podríamos encontrar que se penalizarían soluciones con una transmitancia más alta pero que se podrían aplicar a todo el elemento.

Para calcular el ahorro (ver Tabla 11.3-3) lo que haremos será calcular las pérdidas de calor a través del elemento en el estado inicial (A) y las pérdidas de calor en el estado rehabilitado (B), de tal forma que podamos saber el tanto por ciento de reducción de pérdidas (sombreado en gris en la Tabla 11.3-3), que nos servirá de referencia para el indicador.

Tabla 11.3-3. Tabla explicativa del cálculo del porcentaje de reducción de pérdidas. Fuente: elaboración propia.

Envolvente térmica inicial	Envolvente térmica con la solución incorporada	Diferencia
<ul style="list-style-type: none"> Composición inicial de la envolvente Superficie (m^2) Transmitancia inicial $U(W/m^2K)$ $A = SUP \times U$ (Pérdidas) 	<ul style="list-style-type: none"> Transmitancia rehabilitado $U(W/m^2K)$ $B = SUP \times U_{reh}$ (Pérdidas rehabilitado) 	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de pérdidas $(W/K) = A - B$ Porcentaje de reducción de pérdidas = $(A - B) * 100 / A$

Como hemos visto en la Tabla 11.3-2, también se incluyen los valores de la permeabilidad al aire de huecos. En nuestro caso es un dato importante, ya que existen soluciones de mejora que no son cuantificables sólo a través de la transmitancia, por ejemplo el sellado de ventanas, pero que a priori, suponen una mejora de la eficiencia energética, por esta razón, cuando el elemento constructivo sea un hueco o sea una intervención que tenga que ver con los huecos en el claustro, la valoración se realizará mediante dos indicadores, la mejora de la eficiencia energética y con el indicador adicional de mejora de la permeabilidad al aire del hueco rehabilitado.

Otro aspecto importante a valorar es si la solución es respetuosa con el Medio Ambiente; La mejora de la eficiencia energética y consecuencia de ello un menor número de emisiones, es un aspecto muy importante a la hora de tener en cuenta una medida, pero no tendría sentido que para ahorrar se emplee una solución que haya tenido un alto coste energético de fabricación, para ello se incluye la evaluación del consumo de carbón embebido de la solución. El carbón embebido corresponde a las emisiones de carbono asociadas con el consumo de energía (energía incorporada) y química, durante la extracción, la fabricación, el transporte, el montaje, la sustitución y la deconstrucción de materiales o productos de construcción. El carbono incorporado se puede medir desde cradle-to-gate (de la fabricación o extracción a la puerta de la obra), cradle-to-site (de la fabricación a la puesta en obra), cradle-to-end of construction (de la fabricación a la demolición), cradle-to-grave (de la fábrica al vertedero), o incluso cradle-to-cradle (de la fábrica al reciclaje completo del producto). Normalmente los datos de carbono incorporados son de cuna a puerta. El carbono incorporado suele estar expresado en kilogramos de CO_2e por kilogramo de producto

o material. Las emisiones de carbono suelen expresarse como CO₂e (es decir, CO₂ Equivalente), que es una unidad de medición basada en el impacto relativo de un determinado gas sobre el calentamiento global. Por ejemplo, si el metano tiene un potencial de calentamiento global de 25, significa que 1 kg de metano tiene el mismo impacto en el cambio climático que 25 kg de dióxido de carbono. Así, 1 kg de metano contaría como 25 kg de CO₂e.

Muchos países están incorporando estos indicadores aplicados a la construcción de edificios, como en es el caso de Reino Unido. El principal problema que encontramos es que falta información sobre el carbono embebido de los materiales. Existe mucha diferencia entre datos procedentes de diferentes fuentes, como podemos ver en la base de datos ICE(Hammond & Jones 2011). Algunos fabricantes prefieren publicar solo los datos del Coste energético de producción MJ/kg en el que se incluyen procesos de extracción de materia prima, fabricación, transformación y transportes asociados. Esto quizás se deba a que si volvemos a la tabla donde clasificábamos los tipos de aislantes en el capítulo de soluciones constructivas, podremos ver que hay materiales que no tienen un coste energético de producción muy alto como puede ser la lana de roca, pero por el contrario no es biodegradable, por lo que tendría unos costes de energía para su destrucción, que no tendría otro material como las virutas de madera. Por lo que a veces la información no está del todo clara y esto imposibilita establecer comparaciones entre soluciones.

Otro aspecto importante a tener en cuenta es que existe incertidumbre sobre ciertos aspectos del ciclo de vida del edificio que hacen más difícil aún calcular un valor cradle-to-grave, ya que no sabemos cual será la verdadera vida útil del edificio, si habrá que replantar elementos, si existirá un cambio de uso, etc. Por esta razón y por que en estos momentos es más habitual conseguir por parte de los fabricantes el valor del Coste energético de producción MJ/kg tomaremos este dato como referencia, aunque muchos ya empiezan a incorporar el cradle-to-gate en emisiones de CO₂e. Este indicador estaría sujeto a revisiones futuras en el caso de que es estableciera otro valor de referencia. Además existe la posibilidad de que en ocasiones no pueda ser valorado por falta de información, ya que como hemos comentado antes es un valor que los fabricantes aportan en las fichas técnicas de manera voluntaria.

Otra forma de evaluar la sostenibilidad es comprobar que los materiales a utilizar cuenten con una Etiqueta Ecológica como la Etiqueta Ecológica Europea, el Distintivo de garantía de calidad ambiental de producto (Generalitat de Catalunya), Marca AENOR Medio Ambiente, Ángel Azul (Alemania), Cisne Blanco (Suecia, Noruega, Finlandia e Islandia), UMWELTBUNDESAMT (Austria), MILIEUKEUR (holanda), NF ENVIRONMENT (Francia), Sistema de Mercado Ecológico de la India - ECO-MARK, Environmental Choice (Nueva Zelanda), Choix Environmental (Canadá) o ECOMARK (Japón). Este sistema nos supone el problema de que no hay unidad entre los criterios de las etiquetas, cada una evalúa aspectos diferentes y utilizan criterios dispares, por lo que nos sería muy complicado establecer comparaciones entre ellas. Pero sin duda podría ser indicador a incluir en el sistema de evaluación en el futuro.

Por último, el indicador de durabilidad de la medida, se establece una relación entre la duración temporal de la medida con el ahorro que incorpora, de cara a su amortización y también estaría relacionado con el cálculo del ciclo de vida, ya que un material con

una duración corta tendría que ser reemplazado más veces, lo que implicaría aumentar las emisiones asociadas a su del Coste energético de producción.

11.3.4. Resumen de indicadores y codificación.

Finalmente se han establecido 13 indicadores más uno adicional agrupados en tres categorías (Tabla 11.3-4). Hemos procedido a asignarles un código en el que aparece la categoría a la que pertenecen, un número de orden y dos letras relacionadas con el nombre del indicador. Los indicadores de la categoría CAT, son aquellos que cumplirán una doble función, aportarán información de la solución pero también serán excluyentes según el caso, de modo que si no se cumple una puntuación mínima que más adelante estableceremos la solución no sería válida y por lo tanto no podríamos seguir evaluando la solución.

Tabla 11.3-4. Indicadores agrupados por categorías y sus códigos correspondientes. Fuente: elaboración propia

Código	
Indicadores relacionados con la catalogación del edificio	
Color	CAT_01_co
Textura	CAT_02_te
Volumen	CAT_03_vo
Apariencia	CAT_04_ap
Compatibilidad	CAT_05_cm
Reversibilidad	CAT_06_re
Indicadores relacionados con la rehabilitación de los sistemas constructivos	
Viabilidad técnica	REH_01_vt
Viabilidad económica	REH_02_ve
Facilidad de ejecución	REH_03_fe
Facilidad de mantenimiento o coste de mantenimiento	REH_04_fm
Indicadores relacionados con las rehabilitación energética	
Mejora de la eficiencia energética	ENE_01_me
Mejora de la permeabilidad en huecos*	ENE_01_pa
Respetuosa con el Medio Ambiente	ENE_02_rm
Durabilidad	ENE_03_du

*Indicador adicional sólo para evaluar soluciones en huecos

11.4. Escalas de valoración.

Para evaluar los indicadores que hemos elegido, propondremos una escala de tres niveles para todos los indicadores, de tal manera que nos sea más sencillo establecer comparaciones entre ellos. No obstante, los criterios que hemos incluido, en su mayor parte están relacionados con su posibilidad o no de cumplimiento de la medida, por lo que la escala de valores da la puntuación máxima a la solución que cumple el criterio y

la más baja a la que no lo cumple. En este tipo de rehabilitaciones existe la posibilidad de la incertidumbre por lo que parece adecuado incluir una valoración intermedia para estos casos. A continuación en las siguientes tablas (Tabla 11.4-1, Tabla 11.4-2 y Tabla 11.4-3) hemos recogido los criterios para cada nivel de valoración.

Tabla 11.4-1 Escala de valoración indicadores relacionados con la catalogación del edificio. Fuente: elaboración propia.

Color CAT_01_co	Textura CAT_02_te	Volumen CAT_03_vo	Apariencia CAT_04_ap	Compatibilidad CAT_05_cm	Reversibilidad CAT_06_re
Idéntico	Idéntico	Idéntico	Idéntico	Compatible	Reversible
Parecido	Parecido	Parecido	Parecido	Poco compatible	No totalmente reversible
Nada parecido	Nada parecido	Nada parecido	Nada parecido	Incompatible	Irreversible

Tabla 11.4-2 Escala de valoración indicaciones relacionados con la rehabilitación de los sistemas constructivos. Fuente: elaboración propia

Viabilidad técnica REH_01_vt	Viabilidad económica REH_02_ve	Facilidad de ejecución REH_03_fe	Facilidad de mantenimiento REH_04_fm
Alta	Alta	Alta	Alta
Media	Media	Media	Media
Baja	Baja	Baja	Baja

Tabla 11.4-3 Escala de valoración indicadores relacionados con la rehabilitación energética. Fuente: Elaboración propia

Mejora Eficiencia Energética ENE_01_me	Mejora de la permeabilidad al aire ENE_01_pa	Respetuosa con el M.A. ENE_02_rm	Durabilidad ENE_03_du
Alta	Muy estanco	Alta	Alta
Media	Estanco	Media	Media
Baja	Poco estanco	Baja	Baja

Así mismo a todo ellos se les ha asignado un valor numérico correspondiente que podemos ver en la Tabla 11.4-4.

Tabla 11.4-4 Correlación entre los niveles de la escala de valoración y un valor numérico asignado. Fuente: Elaboración propia.

Escala de valoración					Correspondencia numérica
Compatible	Reversible	Alta	Idéntico	Muy estanco	3
Poco compatible	No totalmente reversible	Media	Parecido	Estanco	2
Incompatible	Irreversible	Baja	Nada parecido	Poco estanco	1

Hemos utilizado una escala de valoración estimativa, pero tenemos que tener en cuenta que hay ciertos indicadores que son cualitativos y otros que son cuantitativos, por esta razón asignaremos unos rangos de valores orientativos para poder realizar la elección entre las tres opciones propuestas. De igual forma, existe la posibilidad de realizar la valoración abierta o subjetiva; es decir, estimando la respuesta. Esta posibilidad puede ser útil cuando se quiera hacer una valoración rápida y no se tengan datos reales o bien cuando la solución o el elemento constructivo se encuentre dentro

de una circunstancia excepcional por la que no se ajuste a ninguna de las opciones posibles.

11.4.1. Criterios asignados a los diferentes niveles de las escalas de valoración.

A continuación desarrollaremos los criterios asignados a los diferentes niveles de las escalas de valoración de cada indicador.

11.4.1.1. Criterios asignados a los indicadores relacionados con la catalogación de edificio.

Este grupo de indicadores, como ya hemos comentado con anterioridad, tiene la función de según el caso en el que se encuentre el elemento (Tabla 11.2-1) validar o descartar la solución, ya que hacen referencia a los requisitos de establecidos en la catalogación del edificio. Por este motivo, el nivel más alto será el más restrictivo y el más bajo en menos restrictivo. Según el caso el cumplimiento de todos los indicadores de este grupo será obligatorio o no como veremos más adelante en el apartado de toma de decisiones.

a) COLOR (CAT_01_co)

Este indicador hace referencia a la similitud del color de la solución con el del acabado existente. Como hemos podido comprobar en el capítulo de requisitos a cumplir según la catalogación, el color acabado de la solución de rehabilitación energética a evaluar deberá ser idéntica a la de los elementos protegidos originales (CASO1_OP_SR). En el caso de elementos originales protegidos sin posibilidad de restauración (CASO2_OP_RE), podrán realizarse restituciones siempre y cuando el acabado no se mimetice con el elemento original, por lo tanto el color de la solución deberá ser parecido. En muchas ocasiones, podremos encontrar elementos no originales vistos integrados en zonas o elementos protegidos (CASO4_NO_V), como podría ser el caso de carpinterías no originales integradas en fachadas protegidas; en este caso, suele primar el criterio de conservar el aspecto compositivo y color existente, por lo que aun sin ser un elemento protegido, la solución adoptada deberá como mínimo tener un color parecido. En este último caso, si la catalogación hiciera referencia expresa a que es obligatorio conservar el color idéntico actual, deberemos considerar el elemento como si fuera un CASO1_OP_SR. En el resto de los casos no sería necesario cumplir con este requisito para que la solución fuera válida. Podemos ver los criterios asignados en la tabla 11.4-5.

Tabla 11.4-5. Criterios de elección asignados a indicador Color. Fuente: Elaboración propia

Color	Criterio	Correspondencia numérica
Idéntico	Es el mismo tono que la solución existente o tan parecido que solo se apreciaría la diferencia a muy corta distancia.	3
Parecido	Es del mismo color que el actual sin ser el mismo tono. Se puede distinguir el elemento original del nuevo.	2
Nada parecido	Se trata de otro color	1

b) TEXTURA (CAT_02_te)

Este indicador hace referencia a la similitud de la textura de la solución y la del acabado existente. Podemos aplicar los mismos criterios que en el indicador Color, ya que tendremos que conservar una textura idéntica en el caso de elementos originales protegidos y una parecida en elementos originales protegidos sin posibilidad de restauración. En la Tabla 11.4-6 se recogen los criterios de elección asignados a este indicador.

Tabla 11.4-6. Criterios de elección asignados al indicador Textura. Fuente: elaboración propia

Textura	Criterio	Correspondencia numérica
Idéntico	Es la misma textura que la del acabado existente o tan parecido que solo se apreciaría la diferencia al tacto.	3
Parecido	Al tacto es una acabado parecido al actual sin ser el mismo. A corta distancia se aprecia visualmente que no es la misma textura.	2
Nada parecido	Se trata de otra textura	1

c) VOLUMEN (CAT_03_vo)

Este indicador hace referencia a si la solución varía el volumen actual del elemento. En el caso de los muros y huecos, si sobresale de la rasante actual del edificio. En el caso de las cubiertas y los suelos, si varía la altura. En general, cuando en la catalogación se habla de conservar el volumen, en ocasiones hace referencia a la imposibilidad de aumentar el volumen del edificio de forma sustancial; es decir, aumentar una planta o adosar una galería por poner un ejemplo. También posibilita la opción de eliminar volúmenes de fachada de elementos adosados con posterioridad a la construcción del edificio de escaso valor histórico o artístico. En nuestro caso haremos referencia al aspecto más restrictivo que será que la aplicación de la solución no varíe el volumen del elemento constructivo. Muchos ayuntamientos en este apartado, en el caso de elementos originales protegidos, imponen como requisito la conservación del volumen del elemento, pero dejan la opción de solicitar la modificación de dicho volumen como sería el caso del Ayuntamiento de Sevilla. Teniendo en cuenta que la mayoría de los

monasterios son edificios aislados y exentos, impondremos la restricción del volumen a los casos CASO1_OP_SR y CASO2_OP_RE, por lo que el resto de los casos no estarían obligados a cumplir este requisito, siempre y cuando el PGOU o las ordenanzas del ayuntamiento no establezcan limitaciones en la altura de los edificios o en las alineaciones de rasante en los edificios que hubiera que cumplir. En la siguiente Tabla 11.4-7 se recogen los criterios por cada nivel y tipo de elemento constructivo.

Tabla 11.4-7. Criterios de elección asignados al indicador volumen. Fuente: Elaboración propia

Volumen	Criterio	Correspondencia numérica
Idéntico	Muros: Conserva el mismo espesor o la catalogación permite solicitar una ampliación del volumen	3
	Cubiertas: Conserva el mismo espesor o altura o la catalogación permite solicitar una ampliación del volumen	
	Suelos: Conserva el mismo espesor	
	Huecos: Conserva el mismo espesor o altura o la catalogación permite solicitar una ampliación del volumen	
Parecido	Muros: sobresale pero no altera el aspecto compositivo del edificio	2
	Cubiertas: eleva su altura pero no altera el aspecto compositivo del edificio	
	Suelos: varía su altura pero no supone alteraciones importantes como modificación de huecos de paso y/o escaleras.	
	Huecos: las carpinterías no sobresalen de la línea de rasante de la fachada	
Nada parecido	Muros: Sobresale de forma sustancial de la fachada y/o altera el aspecto compositivo del edificio	1
	Cubiertas: Aumenta el espesor o altura de la cubierta alterando el aspecto compositivo del edificio	
	Suelos: varía su altura e implica variaciones considerables en la altura libre de la planta y/o modificaciones importante en huecos de paso y/o escaleras	
	Huecos: sobresalen de la línea de rasante de fachada	

d) APARIENCIA (CAT_04_ap)

Este indicador hace referencia al mantenimiento de la unidad compositiva o diseño del edificio o del elemento protegido. Aunque relacionado con el volumen, este indicador haría referencia al diseño global, por ejemplo una ventana puede tener el mismo color, textura y volumen que la original pero sin embargo tener un diseño completamente diferente. Por lo tanto mediante este indicador, nos aseguramos que además del color, textura y volumen, no se varíen las cualidades estéticas o aspecto original del elemento protegido. En el CASO1_OP_SR la apariencia deberá ser idéntica, porque la solución no debería alterar su aspecto original, mientras que en el CASO2_OP_RE podría tener un

diseño parecido, pero no el mismo que el original, esto permitiría utilizar el mismo color y textura que el original pero que fuera posible distinguir ambos. Pasaría lo mismo en el CASO4_NO_V, si el elemento se encuentra integrado en una zona protegida, la solución debería tener un aspecto al menos parecido al actual. En el resto de los casos no habría por qué cumplir con este requisito. En la Tabla 11.4-8 quedan reflejados los criterios para el indicador Apariencia.

Tabla 11.4-8. Criterios de elección asignados al indicador Apariencia. Fuente: elaboración propia

Apariencia	Criterio	Correspondencia numérica
Idéntico	La solución no varía la apariencia del elemento en diseño o composición, no podría distinguirse la solución del original	3
Parecido	La solución tiene un aspecto parecido al elemento.	2
Nada parecido	No se parece al elemento original	1

Observación: en el CASO2_OP_RE, en las catalogaciones se establece que debe poder distinguirse el elemento original del nuevo. Para ello deberemos diferenciar ambos mediante el color, la textura, el volumen y/o la apariencia. En nuestro sistema de evaluación establecemos como criterio mínimo en los cuatro indicadores que la solución deberá ser parecida, pero no limitamos el poder elegir en cualquiera de los cuatro indicadores la opción de idéntico, esto se debe a que como acabamos de explicar en el indicador de Apariencia, si podemos por medio de uno de ellos conseguir diferenciar la solución original de la nueva, no habría inconveniente en que todos o alguno de los restantes indicadores para la misma solución alcanzaran el nivel de idéntico.

e) COMPATIBILIDAD (CAT_05_cm)

En compatibilidad evaluaremos que la solución sea compatible desde el punto de vista físico-químico con el elemento de soporte. De forma que podamos garantizar la integridad y conservación del mismo. Siempre que un elemento sea original aunque no estuviera protegido o estuviera o pudiera permanecer oculto (CASO3_ONP_PO) deberemos garantizar la compatibilidad del elemento con la solución a adoptar. Cuando no son originales también sería recomendable, pero no tendría sentido ponerlo como un requisito obligatorio en el sistema de evaluación. La escala de valoración recoge (ver Tabla 11.4-9) como compatible aquellas soluciones en las que no hubiera ningún problema de compatibilidad y deja la opción de poco compatible para soluciones perjudiciales a largo plazo o que puedan establecer dudas por falta de referencias a cerca de su comportamiento; bien por que sea una solución nueva, o bien porque no se pueda garantizar una compatibilidad total.

Tabla 11.4-9 Criterios de elección asignados al indicador Compatibilidad. Fuente: elaboración propia

Compatibilidad	Criterios	Correspondencia numérica
Compatible	Cuando no hay ningún problema de interacción con el elemento de soporte	3
Poco compatible	Podría tener efectos perjudiciales a largo plazo	2
Incompatible	Desaconsejado su uso	1

En la Tabla 11.4-10 podemos ver un ejemplo de cómo se valorarían mediante esta escala de valoración tres soluciones aplicables a un paramento de piedra.

Tabla 11.4-10 Ejemplo de valoración de tres soluciones en un paramento de piedra. Fuente: (Esbert Alemany & Losada Aranguren 2003)

Incompatible	Poco compatible	Compatible
Cemento hidráulico tipo Portland	Ceras naturales o sintéticas, que favorezcan la adherencia de polvo en la superficie	Cal

f) REVERSIBILIDAD (CAT_06_re)

Con este indicador valoramos que la medida pueda eliminarse en el futuro y el elemento quede intacto. Al igual que en para el indicador Compatibilidad el cumplimiento del nivel de valoración más alto será obligatorio para todos los elementos originales. Además de reversible e irreversible existe la opción intermedia de no totalmente reversible (ver Tabla 11.4-11). Esta opción ya fue recogida por el ICOMOS en sus recomendaciones para el análisis, conservación y restauración estructural del patrimonio arquitectónico (ICOMOS 2004).

Tabla 11.4-11. Criterios de elección asignados al indicador Reversibilidad. Fuente: Elaboración propia

Reversibilidad	Criterios	Correspondencia numérica
Reversible	Que el elemento quede exactamente igual si se elimina la medida	3
No totalmente reversible	Que el elemento se vea afectado si se elimina la medida pero siga conservando los valores por los que está protegido y siga siendo reconocible	2
Irreversible	Que el elemento se vea afectado en gran medida y ya no sea reconocible	1

11.4.1.2. Criterios asignados a los indicadores relacionados con la rehabilitación de los sistemas constructivos.

g) VIABILIDAD TÉCNICA (REH_01_vt)

Con este indicador evaluamos que cómo de viable es la solución a aplicar desde el punto de vista técnico teniendo en cuenta las tecnologías, medios y tiempo con que contamos. En la Tabla 11.4-12 aparecen recogidos criterios orientativos que podrían utilizarse para evaluar la viabilidad técnica de la solución por lo que no deberían entenderse en un sentido estricto. Dada la complejidad y singularidad de este tipo de obras podrían existir otros criterios que pudieran comprometer la viabilidad técnica de la solución y que no estuvieran recogidos en esta tabla.

Tabla 11.4-12 Criterios de elección asignados al indicador Viabilidad técnica. Fuente: Elaboración propia

Viabilidad técnica	Criterio	Correspondencia numérica
Alta	<ul style="list-style-type: none"> Es un producto comercial. Es accesible y su comercialización está extendida. Existe disponibilidad del material en menos de una semana. 	3
Media	<ul style="list-style-type: none"> Sólo lo comercializan en puntos de distribución concretos. Existe disponibilidad del material en menos de un mes. 	2
Baja	<ul style="list-style-type: none"> Es un producto experimental. Es de importación. Plazo de entrega mayor de un mes. 	1

h) VIABILIDAD ECONÓMICA (REH_02_ve)

En la viabilidad económica evaluaremos de forma conjunta dos aspectos importantes a tener en cuenta, si la solución puede ser asumible desde el punto de vista económico y además si es una solución con un precio de mercado por encima o por debajo de las soluciones parecidas que se suelen utilizar para resolver el mismo problema o para garantizar la misma prestación. En el caso de que la solución fuera la única en su clase; es decir, no existe solución parecida en el mercado, la englobaríamos la evaluaríamos como alta, tal y como recogemos en la Tabla 11.4-13.

Tabla 11.4-13 Criterios de elección asignados al indicador Viabilidad económica. Fuente: Elaboración propia

Viabilidad económica	Criterio	Correspondencia numérica
Alta	Entra dentro del presupuesto y tiene un precio más bajo que las soluciones parecidas para el mismo problema o es la única solución existe de su clase.	3
Media	Entra dentro del presupuesto y tiene un precio con un margen de un 5% por encima que las soluciones parecidas para el mismo problema.	2
Baja	No entra dentro del presupuesto o tiene un precio con un margen de más de 5 % por encima que las soluciones parecidas para el mismo problema.	1

Como el objeto del sistema es evaluar soluciones de rehabilitación energética, es importante diseñar un índice que nos permita interrelacionar el indicador de la viabilidad económica con el de la mejora de la eficiencia energética. Por esta razón, incluiremos en el sistema de evaluación un índice que llamaremos Índice comparativo de la viabilidad económica, que sin ser un indicador, lo que hará será darnos información sobre el porcentaje de ahorro energético por cada euro invertido en la solución. No se trata de un indicador porque en sí, no evalúa un aspecto de la solución, simplemente nos da una información que nos puede servir para comparar con otras soluciones que estemos evaluando.

Para calcular dicho índice, utilizaremos la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Porcentaje de reducción de pérdidas}^*}{\text{Coste de la solución}} = \text{Índice comparativo de viabilidad económica}$$

* Para calcular el porcentaje de reducción de pérdidas consultar Tabla 11.3-3

El Coste de la solución se expresará en euros. Para que la comparación con otras soluciones sea útil será importante aplicar las mismas condiciones en los casos a comparar, si se ha aplicado IVA, costes indirectos, p.p. de medios auxiliares, etc.

El índice nos indica el porcentaje de ahorro energético por cada euro invertido.

i) FACILIDAD DE EJECUCIÓN (REH_03_fe)

Con este indicador evaluaremos la facilidad de ejecución de la solución a adoptar. Como en el caso del indicador Viabilidad económica, en la Tabla 11.4-14 se recogen los criterios orientativos para elegir cada una de las opciones, sin menoscabo de que pudieran existir otras no contempladas en la tabla que fuesen decisivas para establecer la valoración.

Tabla 11.4-14 Criterios de elección asignados al indicador Facilidad de ejecución. Fuente: elaboración propia

Facilidad de ejecución	Criterio	Correspondencia numérica
Alta	Instalación sencilla Pocos medios humanos No necesita medios auxiliares No existen riesgos graves al instalarla El sitio donde hay que instalarla es accesible	3
Media	Instalación con una complejidad media Más de una persona para instalarla Medios auxiliares No existen riesgos graves al instalarla Sitio de dimensiones reducidas	2
Baja	Instalación sólo por profesionales muy cualificados Necesidad de supervisión del equipo mientras se instala Dificultad de manipulación Actividad peligrosa Sitio casi inaccesible Medios auxiliares especiales	1

j) FACILIDAD DE MANTENIMIENTO (reh_04_fm)

Con este indicador evaluamos la dificultad o coste del mantenimiento de la solución. Podemos evaluarlo desde el punto de vista de la facilidad de la ejecución del mantenimiento, periodicidad o coste como se recoge en la Tabla 11.4-15. Cuando hablamos del porcentaje del coste de la solución nos referimos al tanto por ciento con respecto a lo que costó instalar o aplicar la solución.

Tabla 11.4-15 Criterios de elección asignados al indicador Facilidad de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia

Facilidad de mantenimiento	Criterio	Correspondencia numérica
Alta	Fácil accesibilidad, el mantenimiento se hace menos de una vez al año o el coste es menor del 10% del coste de la solución	3
Media	Dificultad media para acceder a la solución, el mantenimiento se hace una vez al año o el coste del mantenimiento anual es entre el 10 y 30% del coste de la solución	2
Baja	Existe gran dificultad para acceder a la solución, el mantenimiento tiene que realizarse varias veces al año o el coste del mantenimiento anual es igual o superior al 30% del coste de la medida	1

k) MEJORA EFICIENCIA ENERGÉTICA (ENE_01_me)

Como el sistema de evaluación de soluciones evalúa soluciones de rehabilitación energética en la envolvente, tendremos en cuenta la transmitancia del elemento y el porcentaje de reducción de pérdidas (Tabla 11.3-3). Si con la aplicación de la solución la U_{reh} (transmitancia del elemento rehabilitado) alcanzara los límites del CTE, podríamos

considerarla como Alta, ya que para este tipo de intervenciones es difícil llegar a estos requisitos. La otra opción es que decidamos evaluar mediante el porcentaje de reducción de pérdidas. Como podemos ver en la Tabla 11.4-16 extraída de la guía Renovar con menos energía editada por la Comunidad de Madrid (Alba Ingenieros Consultores 2015), podemos observar los porcentajes que se suelen conseguir en rehabilitaciones de edificios si se llega a los requisitos establecidos por el CTE.

Tabla 11.4-16 Efecto de distintas medidas de aislamiento en la pérdida de energía. Fuente: (Alba Ingenieros Consultores 2015)

	SIN AISLAMIENTO TÉRMICO		CON AISLAMIENTO TÉRMICO		REDUCCIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA (%)
	Valor típico de U (watio/m ² k)	Pérdida media de energía (watio/m ²)	U máximo permitido en rehabilitación	Pérdida media energía (watio/m ²)	
FACHADA CON CÁMARA DE AIRE	1,36 a 1,50	14,3	0,57 a 0,94	7,55	31-62
FACHADA SIN CÁMARA DE AIRE	1,62 a 2,8	22,1	0,57 a 0,94	7,55	42-80
SUELOS	1,38 a 2,5	19,4	0,48 a 0,53	5,05	62-81
CUBIERTAS INCLINADAS	1,25 a 2,25	17,5	0,35 a 0,50	4,25	60-84
AZOTEAS Y CUBIERTAS PLANAS	1,88 a 2,48	21,8	0,35 a 0,50	4,25	73-86
VENTANAS (conjunto)	4,9 a 5,8	53,5	2,20 a 5,57	39,50	0-62

Cálculo para una diferencia de temperatura de tan solo 10 °C (10 °C en el exterior y 20 °C en el interior)

En nuestro caso, si observamos los datos que recogimos en el apartado situación actual de los elementos constructivos de los monasterios con respecto al cumplimiento del CTE del capítulo de soluciones constructivas, podemos ver que los valores iniciales de la transmitancia en muros iban desde 0,90 a 2,5 W/m²K, en cubiertas inclinadas 2,08-2,78 W/m²K, en suelos entre 3,5-3,98 W/m²K y en ventanas entre 4,3-5,75 W/m²K. Por esta razón, aun siendo datos orientativos, podríamos considerar como más de un 40% de porcentaje de reducción de pérdidas una mejora de la eficiencia Alta en muros y cubiertas, un 50% para suelos y un 30% para ventanas. Hemos calculado (ver Tabla 11.4-17) siguiendo el mismo esquema que se hacía en la Tabla 11.4-16, el tanto por ciento que podría considerarse como alto teniendo en cuenta el elemento, el clima, los requisitos mínimos establecidos por el CTE y las transmitancias típicas de los elementos que podemos encontrar en los monasterio, teniendo en cuenta que hubiera una variación de temperatura entre el exterior y el interior de 10°C.

En verde, hemos resaltado los valores que estarían dentro del criterio y en gris, los que mejoran las exigencias mínimas del CTE. En el caso de los muros al tener una diferencia muy grande entre transmitancias hemos optado por tomar un valor intermedio como referencia, ya que si consideraríamos el valor más bajo, todas las soluciones valdrían y estaríamos desvirtuando los resultados. Los valores más bajos al mejorar los valores del CTE no necesitarían cumplir un tanto por ciento porque directamente ya cumplirían con los requisitos del CTE.

En el caso de los suelos, hemos considerado un 50% porque todos los valores ya cumplirían con este porcentaje, pero así también valoraríamos positivamente aquellos que quedaran muy cerca de los valores límite.

En las ventanas, vamos a considerar un 30%, habría valores que quedarían fuera porque al igual que con los muros hay mucha diferencia entre la transmitancia mínima y máxima

de los elementos. Habría valores por debajo del tanto por ciento establecido que mejorarían los requisitos del CTE por lo que se les consideraría alta. Además tenemos que tener en cuenta que en caso de los huecos también tendremos que poner atención en el indicador Permeabilidad.

En el caso de las cubiertas todas las que tengan una reducción de pérdidas del 40% o cumplirían o estarían muy cerca de hacerlo.

Tabla 11.4-17. Efecto de distintas medidas de aislamiento en la pérdida de calor y criterio indicador. Fuente: elaboración propia

Elemento	Valor típico de U (W/m ² K)	Pérdida de energía media (w/m ²)	Umáx permitido CTE (W/m ² K)	Pérdida de energía (w/m ²)	% reducción de pérdidas de energía			Criterio
					(%) Mejor valor U	(%) media	(%) Peor valor de U	
Muros	0,90-2,5	17	1,35	13,5	-50	20,6	46	40%
			1,25	12,5	-38,88	26,47	50	
			1	10	-11,11	41,17	60	
			0,75	7,5	16,66	55,88	70	
			0,60	6	33,33	64,70	74	
			0,55	5,5	38,88	67,65	78	
Suelos	3,5-3,98	37,5	1,35	13,5	61,42	64	66	50%
			1,25	12,5	64,28	66,66	68,59	
			1	10	71,42	73,33	74,87	
			0,75	7,5	78,57	80	81,15	
			0,60	6	82,85	84	84,92	
			0,55	5,5	84,28	85,33	86,18	
Ventanas	4,3-5,75	50,25	5,50	55	-32,55	-13,43	0,86	30%
			5,70	57	-32,55	-13,43	0,86	
			4,20	42	2,32	16,41	26,95	
			3,10	31	27,90	38,30	46,08	
			2,70	27	37,20	46,26	53,04	
			2,50	25	41,86	50,24	56,52	
Cubiertas	2,08-2,78	24,3	1,20	12	42,30	50,61	56,83	40%
			0,80	8	61,53	67,07	71,22	
			0,65	6,5	68,75	73,25	76,71	
			0,50	5	75,96	79,42	82,01	
			0,40	4	80,76	83,53	85,61	
			0,35	3,5	83,17	85,59	87,41	

Tabla 11.4-18 Criterios de elección asignados al indicador Mejora de la Eficiencia Energética. Fuente: Elaboración propia.

Mejora Eficiencia Energética	Criterio	Correspondencia numérica
Alta	Cuando el porcentaje de reducción de pérdidas de energía es de más del 40% (muros y cubiertas), 30% en ventanas, 50% en suelos o U_{reh} a alcanzado los límites establecidos en el CTE	3
Media	Cuando el porcentaje de reducción de pérdidas de energía va desde un 10 a un 40% en muros y cubiertas;; de un 10 a un 30% en ventanas y de un 10 a un 50% en suelos.	2
Baja	Cuando el porcentaje de reducción de pérdidas de energía menos de un 10%	1

m) MEJORA DE LA PERMEABILIDAD AL AIRE DE HUECOS (ENE_01_pa)

En el caso de los huecos, además de la mejora de la eficiencia energética a teniendo en cuenta el valor de la transmitancia, tendremos que tener en cuenta la permeabilidad al aire de huecos en las carpinterías. Por lo tanto en el caso de los huecos tendremos un indicador adicional. Cuando evaluemos una solución en la que sólo se mejora la estanqueidad y la transmitancia del elemento a intervenir no varía, la mejora de la eficiencia energética se evaluará como baja, ya que el porcentaje de reducción de pérdidas de energía será de menos de un 10% (ver Tabla 11.4-19).

Tabla 11.4-19 Criterios de elección asignados para al indicador Mejora de la permeabilidad al aire. Fuente: elaboración propia y CTE HE

Permeabilidad al aire de huecos	Criterio						Correspondencia numérica
	α	A	B	C	D	E	
Muy estanco	$X \leq 50 \text{ m}^3/\text{hm}^2$			$X \leq 27 \text{ m}^3/\text{hm}^2$			3
Estanco	$50 < X \leq 100 \text{ m}^3/\text{hm}^2$			$27 < X \leq 50 \text{ m}^3/\text{hm}^2$			2
Poco estanco	$X > 100 \text{ m}^3/\text{hm}^2$			$X > 50 \text{ m}^3/\text{hm}^2$			1

La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa

n) RESPETUOSA CON EL MEDIO AMBIENTE:

Con el indicador Respetuosa con el Medio Ambiente queremos evaluar cuantas emisiones de CO₂EQUIVALENTE han sido necesarias para fabricar el material, para ello nos valdremos del valor del Coste energético de producción MJ/kg. Para hallar los rangos orientativos nos hemos basado en los datos aportados por la Catálogo de soluciones constructivas de rehabilitación (Instituto Valenciano de la Construcción 2011) para aislantes, datos obtenidos de la base de datos BEDET de ITEC, y base de datos ICE(Hammond & Jones 2011) y los datos recogidos en la tabla 1 del artículo Modelo de cuantificación del consumo energético en edificación(Mercader et al. 2012). Como existe gran disparidad de datos consensuando todos ellos hemos llegado a los criterios establecidos en Tabla 11.4-20.

Tabla 11.4-20 Criterios de elección asignados para el indicador de Respetuosa con el M.A. Fuente: elaboración propia

Respetuosa con el M.A.	Criterio	Correspondencia numérica
Alta	Cuando el valor del coste energético de producción sea menor de 25 MJ/W	3
Media	Cuando el valor del coste energético de producción sea entre 25 y 50 MJ/W	2
Baja	Cuando el valor del coste energético de producción sea más de 50 MJ/W	1

o) DURABILIDAD (ENE_03_du)

En este indicador se mide la durabilidad de la medida; es decir, cuál será su periodo de vida o cuanto tardaremos en reemplazarla. Como ya comentamos es un dato a tener en cuenta, dado que nos da información útil para posteriormente poder calcular el plazo de amortización de la medida y desde el punto de vista energético, un material con una durabilidad baja, supondrá asumir un nuevo coste energético de producción cada

vez que haya que reemplazarla durante la vida útil del edificio. Según hemos establecido (Tabla 11.4-21) los materiales con una alta durabilidad serán aquellos que puedan durar más de 25 años y los de baja durabilidad los que no lleguen a los 10 años.

Tabla 11.4-21 Criterios de elección asignados para el indicador de Durabilidad. Fuente: Elaboración propia

Durabilidad	Criterio	Correspondencia numérica
Alta	Más de 25 años	3
Media	Entre 10 y 25 años	2
Baja	Menos de 10 años	1

11.5. Toma de decisiones.

Una vez hemos definido los casos, los indicadores y las escalas de valoración, podemos establecer la estrategia de toma de decisiones. En el apartado de las bases del sistema de valoración definimos las circunstancias en las que nos podíamos encontrar el elemento constructivo a intervenir según si se trataba de un elemento original o no y las enmarcamos en cinco casos.

Como ya hemos visto, tenemos tres grupos de indicadores, el primero engloba los indicadores que hacen referencia al cumplimiento de la catalogación (CAT), el segundo a los que tienen relación con la rehabilitación de los sistemas constructivos (REH) y por último, los que tendrían que ver con la rehabilitación energética (ENE).

Tabla 11.5-1 Asignación de valores obligatorios y opcionales según el CASO y el indicador para que una solución fuese aceptada. Fuente: elaboración propia

	CASO1_OP_SR	CASO2_OP_RE	CASO3_ONP_PO	CASO4_NO_V	CASO5_NO_O
CAT					
CAT_01_co	3	2 (3)	1-3	2-3	1-3
CAT_02_te	3	2(3)	1-3	2-3	1-3
CAT_03_vo	3	3	1-3	2-3	1-3
CAT_04_ap	3	2(3)	1-3	2-3	1-3
CAT_05_cm	3	3	3	1-3	1-3
CAT_06_re	3	3	3	1-3	1-3
REH					
REH_01_vt	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3
REH_02_ve	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3
REH_03_fe	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3
REH_04_fm	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3
ENE					
ENE_01_me	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3
ENE_01_pa	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3
ENE_02_rm	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3
ENE_03_du	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3

En naranja vemos los valores obligatorios (el indicador no podría tener otra puntuación que no fuera la recogida en la tabla para cumplir con los requisitos de la catalogación). En el CASO1_OP_SR tendrían que cumplirse los seis indicadores al máximo nivel, ya que se trataría de un elemento original protegido sin posibilidad de rehabilitación, por lo que sólo se podría restaurar.

En el CASO2_OP_RE vemos que sería obligatorio que la compatibilidad, la reversibilidad y el volumen se valoraran con la máxima puntuación y en cambio al tratarse de un elemento original protegido con posibilidad de rehabilitación, para cumplir con el requisito de que deben poder diferenciarse los elementos nuevos de los originales, el color, textura y apariencia tendrían que valorarse obligatoriamente con un 2. Como podemos observar sombreado en gris oscuro, aparte del 2 anteriormente mencionado hay un (3), esto significa que el indicador se podría valorar con un 3 si quedara garantizado por medio de los otros indicadores también sombreados en gris, que la solución no se mimetiza con el original. Por ejemplo, si la solución consiste en una nueva carpintería que tiene el mismo color y textura que la original pero la apariencia es diferente. Sombreado en azul vemos el CASO4_NO_V que se corresponde con elemento no original integrado en una zona protegida y además visto. Por esta razón obligatoriamente el color, apariencia, textura y volumen podrían ser idénticos o parecidos, para que no desentonaran con el entorno protegido.

Tabla 11.5-2 Puntuación mínima en la categoría CAT para no descartar la solución y poder seguir valorando. Fuente: elaboración propia

CASO	Indicador	Requisitos	Puntuación	Puntuación mínima para no descartar la solución
CASO1_OP_SR	CAT_01_co	3	6x3= 18 puntos	18 puntos
	CAT_02_te	3		
	CAT_03_vo	3		
	CAT_04_ap	3		
	CAT_05_cm	3		
	CAT_06_re	3		
CASO2_OP_RE	CAT_01_co	2	3x3=9 puntos 3x2= 6 puntos	15 puntos
	CAT_02_te	2		
	CAT_03_vo	3		
	CAT_04_ap	2		
	CAT_05_cm	3		
	CAT_06_re	3		
CASO3_ONP_PO	CAT_01_co	1	3x2= 6 puntos 4x1=4 puntos	10 puntos
	CAT_02_te	1		
	CAT_03_vo	1		
	CAT_04_ap	1		
	CAT_05_cm	3		
	CAT_06_re	3		
CASO4_NO_V	CAT_01_co	2	4x2=8 puntos 2x1=2 puntos	10 puntos
	CAT_02_te	2		
	CAT_03_vo	2		
	CAT_04_ap	2		
	CAT_05_cm	1		
	CAT_06_re	1		
CASO5_NO_O	CAT_01_co	1	6X1=6 puntos	6 puntos
	CAT_02_te	1		
	CAT_03_vo	1		
	CAT_04_ap	1		
	CAT_05_cm	1		
	CAT_06_re	1		

El resto de los indicadores podrían valorarse entre 1 y 3 sin comprometer la catalogación del edificio. En la Tabla 11.5-2 se recogen las puntuaciones mínimas y obligatorias a cumplir para aceptar la solución y seguir con el proceso de evaluación.

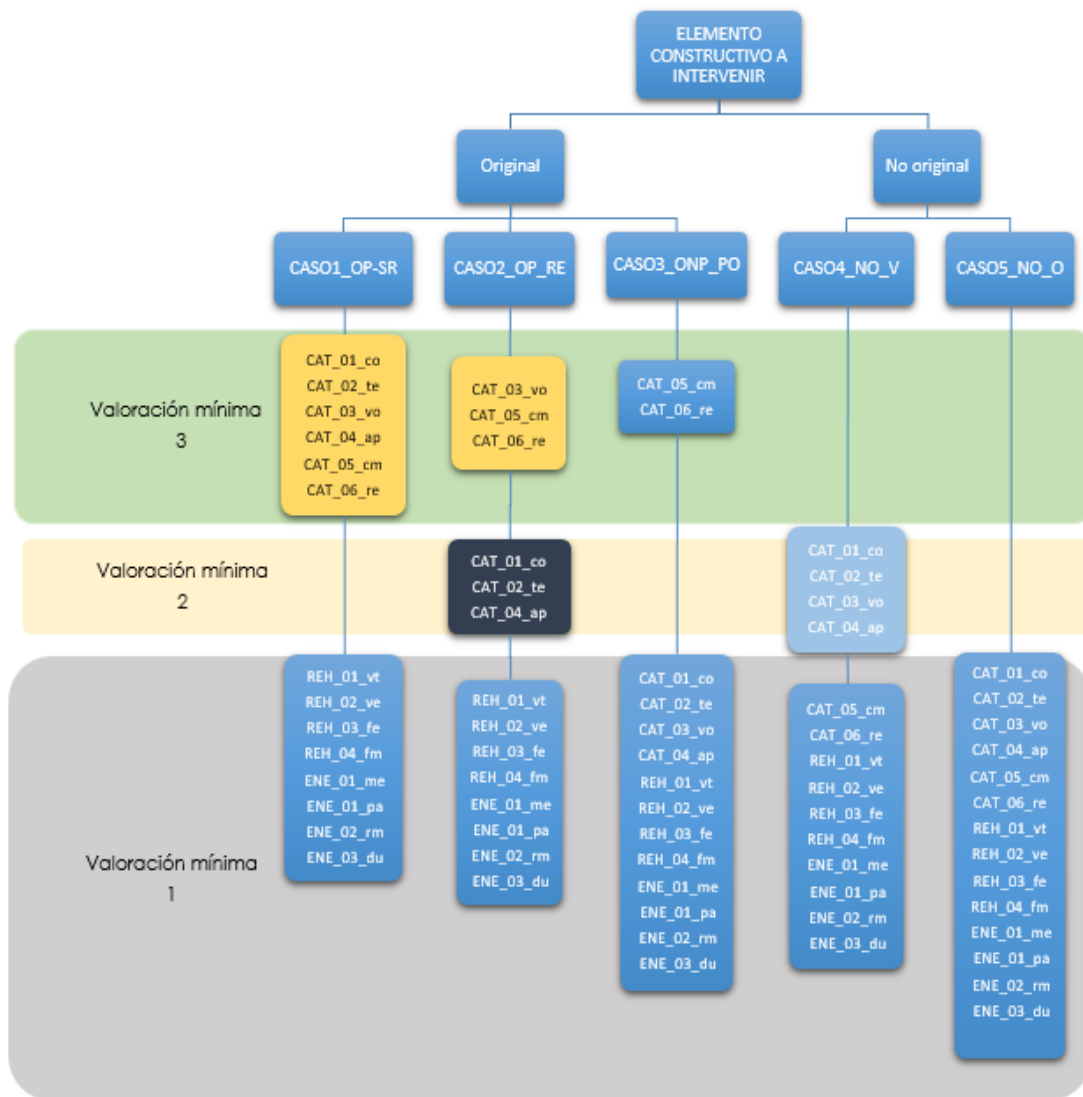


Ilustración 11.5-1 Esquema de ponderación de los indicadores según los CASOS. Fuente: elaboración propia

En la Ilustración 11.5-1 aparece el esquema de ponderación de los indicadores según el CASO. Como podemos observar los CASOS van ordenados de más restrictivo a menos restrictivo. En el primer caso todos los indicadores CAT tendrán una valoración mínima de 3, que equivale al nivel más alto. En el CASO5_NO_O no existirán indicadores excluyentes (valoración 3).

El sistema ofrece una orientación hacia la solución más interesante y mejor valorada que sería la solución ideal. Pero es un sistema con una toma de decisión final abierta; es decir, cuando tenemos que elegir entre varias soluciones podemos escoger la que tenga en general la puntuación más alta en todos los indicadores parciales, que según el sistema sería la más idónea o bien teniendo en cuenta los datos que aporta la valoración por cada indicador y sabiendo que se garantiza el cumplimiento de los requisitos de la catalogación, queda en el evaluador dar más valor desde su propio criterio a uno u otros indicadores de los que no son de obligado cumplimiento. Es decir, ante misma puntuación quizás pueda darse más importancia a que ha obtenido una puntuación alta en la viabilidad económica o por el contrario optar por el que obtiene mejor calificación en mejora de la eficiencia energética, por poner algún ejemplo. Por lo tanto la decisión final será del técnico o proyectista, pero el sistema le proporcionará una herramienta para justificar su decisión, ya opte por la puntuación más alta o por valorar más uno u otro indicador.

11.6. Metodología de evaluación.

La metodología de evaluación que vamos a seguir para aplicar la estrategia de toma de decisiones que hemos desarrollado en el apartado anterior será la siguiente.

a) Datos del Elemento Constructivo Característico a intervenir:

- Lo primero será elegir entre los cuatro elementos constructivos: Muros, cubiertas, suelos y huecos. Si vamos a evaluar una solución en el claustro, tendremos que elegir el elemento según lo que ya expusimos en el capítulo del comportamiento térmico.
- En segundo lugar deberemos saber el CASO en el que se encuentra el elemento constructivo.
- Clima según CTE.
- Espesor del elemento.
- Superficie del elemento.
- Transmitancia.
- Si es un hueco, permeabilidad al aire.

Podemos ver estos datos como aparecen recogidos en la herramienta SESREB.I.C en la Ilustración 11.6-1.

Datos del elemento constructivo a intervenir

Ubicación en el edificio	Carpinterías ventanas buhardillas
Descripción elemento	Carpinterías de ventanas de madera de pino pintada en verde oscuro en el exterior y en marrón claro en el interior, de dos hojas practicables con vidrios monolíticos de 4 mm de espesor
Clima	D
Espesor del elemento (m)	0,28
Superficie del elemento (m2)	1,00
Caso	CASO2_OP_RE
Tipo de elemento constructivo	CUBIERTA
Transmitancia del elemento	1,13
Permeabilidad al aire (m3/hm2)	50

Ilustración 11.6-1 Datos del elemento constructivo a intervenir que necesarios para la evaluación.

Fuente: SESREB.I.C

b) Datos de la solución de rehabilitación energética a evaluar:

Tendremos que conocer los datos básicos de la solución constructiva:

- Nombre de la solución.
- Descripción.
- Color del acabado de la solución.
- Textura del acabado de la solución.
- Espesor de la solución (m).
- Si afecta o modifica la apariencia del elemento constructivo actual.
- Composición química o tipo de material.
- Modo de anclaje o fijación al elemento constructivo.
- Es un producto comercial, accesible, plazos de entrega, medios auxiliares, etc.
- Coste económico de la solución (euros).
- Si existen dificultades para su ejecución.
- Mantenimiento de la solución.
- Coste energético de la solución (MJ/W).
- Años que podría durar la solución.
- Superficie del elemento constructivo en la que se aplica la solución (m2).

Podemos ver estos datos como aparecen recogidos en la herramienta SESREB.I.C en la Ilustración 11.6-3.

Además de otros datos (Ilustración 11.6-4):

- Transmitancia total elemento rehabilitado (Urev)
- Porcentaje de reducción de pérdidas de energía
- Exigencia transmitancia CTE para el elemento
- Índice comparativo de viabilidad económica (Icve)

Datos de la solución a evaluar

Nombre de la solución	Trasdosado por el interior
Descripción	Sistema Knauf: tabique W112 formado por dos placas de yeso laminado de 12,5 mm de espesor a cada lado externo de una doble estructura metálica de 48 mm de ancho, dando un ancho total de tabique de 77 mm. Las almas de las perfileras están rellenas con lana mineral de 40 mm de espesor. Más placa Vidiwall para revestir con estuco de cal grasa.
Color del acabado de la solución	Amarillo claro
Textura del acabado de la solución	Estucado
Espesor de la solución (m)	0,07
¿Afecta o modifica la apariencia del elemento constructivo actual?	Sí, antes no estaba revestido
Composición química o tipo de material	<input type="checkbox"/> Los montantes son de acero galvanizado. <input type="checkbox"/> Las placas son de yeso. <input type="checkbox"/> Las placas exteriores son yeso y fibras de celulosa de papel reciclado. <input type="checkbox"/> Estuco de cal y arena y pigmentos naturales. <input type="checkbox"/> Los montantes son de acero galvanizado.
Modo de anclaje o fijación al elemento constructivo	Mediante junquillos y silicona
Es un producto comercial, accesible, plazos de entrega, medios auxiliares, etc.	<input type="checkbox"/> En otras zonas se podrá fijar al suelo y al techo. <input type="checkbox"/> Fijación mediante tornillos.
Coste económico de la solución (euros)	6,41
Si existen dificultades para su ejecución	En principio no
Mantenimiento de la solución	No necesita mucho mantenimiento. Se protegerá frente a golpes. Se evitarán las humedades y la colocación de elementos pesados sobre las placas. Habrá que repasar el estuco cada dos años.
Coste energético de la solución (MJ/W)	51,9
Años que podría durar la solución	25
Superficie del elemento constructivo en la que se aplica la solución (m2)	1

Ilustración 11.6-3. Datos de la solución a evaluar necesarios. Fuente: SESREB.I.C.

Otros datos

Transmitancia total elemento rehabilitado (Urev)	0,2
Porcentaje de reducción de pérdidas de energía	82,30
Exigencia CTE	0,55
Índice comparativo de viabilidad económica (Icve)	12,83945163

Ilustración 11.6-4. Otros datos, datos de la solución a evaluar. Fuente: SESREB.I.C.

c) Asignación de valores a los indicadores.

Con los datos de la solución, procederemos a evaluar la solución asignando los valores que estimemos para cada indicador. Comenzaremos por los indicadores que hacen referencia al cumplimiento de la Catalogación del edificio (CAT). Si al evaluarlos la solución aparece como aceptada, continuaremos evaluando el resto de los indicadores.

d) Valoración total.

Una vez comprobado que la solución cumple con los valores mínimos según el CASO, tendremos una valoración parcial por cada indicador.

Una vez evaluados, podremos ver los indicadores CAT en una gráfica radial comparados con el patrón del CASO.

Por otro lado los indicadores ENE y REH aparecerán representados en un gráfico de columnas, de tal forma que podamos ver de forma global la solución.

e) Toma de decisión final.

Una vez evaluada la solución, podremos repetir el proceso con otras soluciones posibles para poder establecer comparaciones. Con los datos de la evaluación podremos decidir si aplicaremos o no la solución final o cual de las alternativas es la que está mejor valorada.

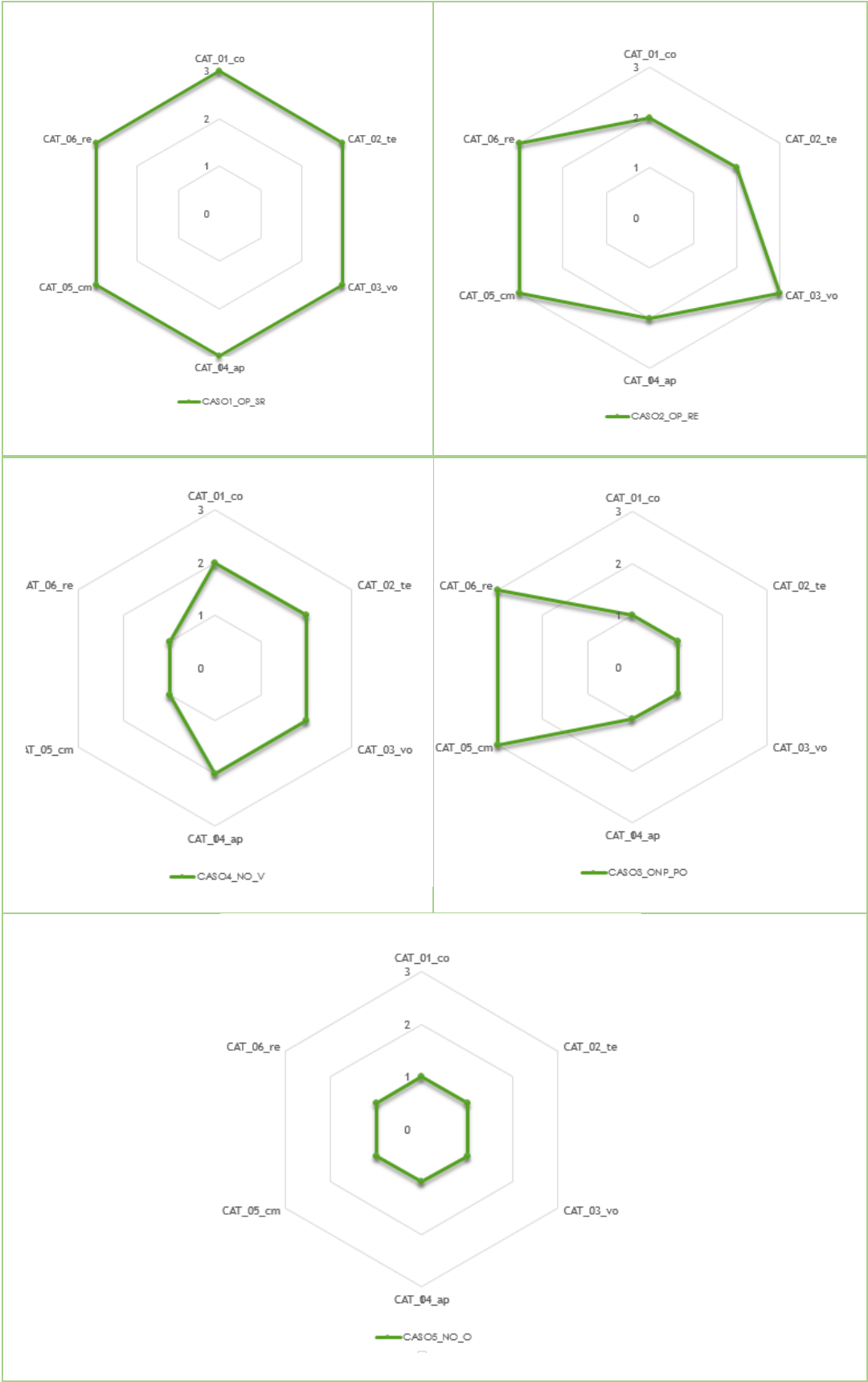
11.7. Representación gráfica de los resultados.

Siempre ayuda a entender los datos la representación de los resultados de manera gráfica. En nuestro caso hemos optado por dividir la representación gráfica en dos tipos de representaciones diferentes. Por un lado representaremos los Indicadores pertenecientes a la categoría (CAT) mediante un gráfico tipo radial y por otro las categorías (REH) y (ENE) juntas en un gráfico de columnas.

11.7.1. Representación gráfica de los indicadores (CAT).

En nuestro caso, hemos elegido el gráfico tipo araña, radar o radial. En este tipo de gráficos podremos poner un indicador en cada vértice y establecer la puntuación desde dentro hacia afuera de tal forma que con un solo golpe de vista podemos ver la situación global de la solución. Además permite la superposición de los distintos patrones según el CASO para poder ver las desviaciones. En la Tabla 11.7-1, podemos ver los patrones de cumplimiento de requisitos mínimos de la catalogación de cada uno de los cinco casos posibles. De modo que cuanto más se acerque el perfil de la solución al patrón más posibilidades habrá que la solución sea aceptada.

Tabla 11.7-1 Representación gráfica de los diferentes patrones según los CASOS en gráfico radial. Fuente: elaboración propia



Para representar la solución evaluada dentro del gráfico, utilizaremos el mismo tipo de gráfico pero en este caso toda el área de la solución estará sombreada para que resulte más fácil la comparación con el patrón.

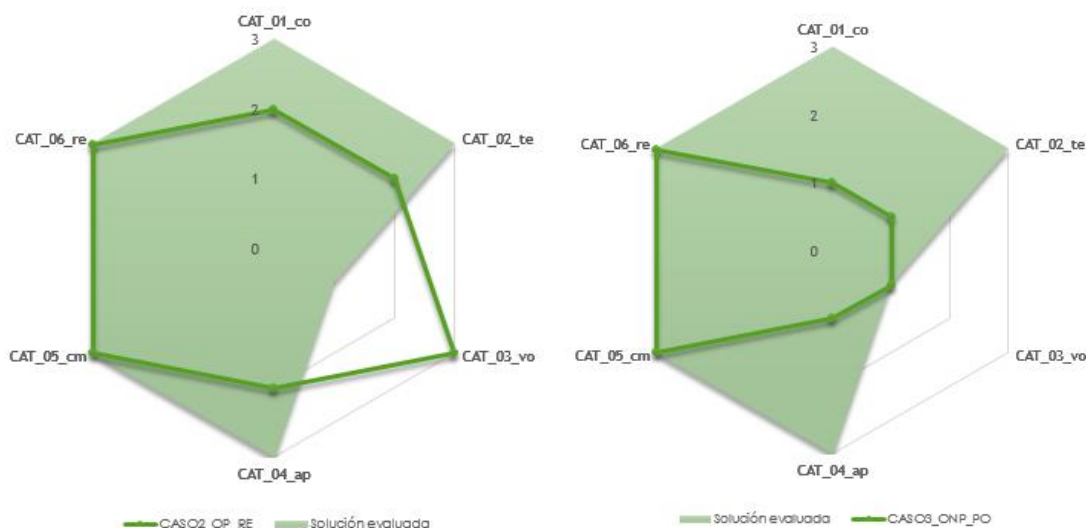


Ilustración 11.7-1 Comparativa de representación gráfica de una misma solución con dos patrones diferentes. Fuente: Elaboración propia

Si observamos la Ilustración 11.7-1 vemos representada una misma solución y la comparamos con dos patrones de CASOS distintos. A la izquierda vemos el CASO2_OP_RE y a la derecha CASO3_CNP_PO. En el caso de la izquierda la solución no estaría aceptada, ya que podemos observar que aparecen espacios no sombreados en el límite del patrón para el indicador volumen. En el caso de la derecha, vemos que la solución estaría aceptada, porque el área sombreada está dentro de los límites del patrón; es decir, se cumplirían las exigencias mínimas.

Existe una excepción, de la que ya hemos hablado anteriormente y sería el único caso en el que la aceptación de la solución quedaría condicionada, sería la representada en la Ilustración 11.7-2 en la que tendríamos una solución con la máxima puntuación en los Indicadores CAT en el CASO2_OP_RE. Si observamos la representación el límite del patrón estaría totalmente incluido en la zona sombreada de la solución, por lo tanto, teóricamente la solución debería estar aceptada. Al ser un elemento original protegido a rehabilitar, las nuevas partes integradas en el elemento deben diferenciarse del original, por lo tanto, la solución no podría mimetizarse con el original. Si la solución a pesar de ser idéntica en color, textura y apariencia no se mimetiza con el original podremos aceptarla, en caso contrario quedaría descartada. No se descarta automáticamente, porque podrían existir otros métodos para evitar que la solución se mimetice con el original y por tanto se da la opción de acreditarlo antes de descartar la solución.

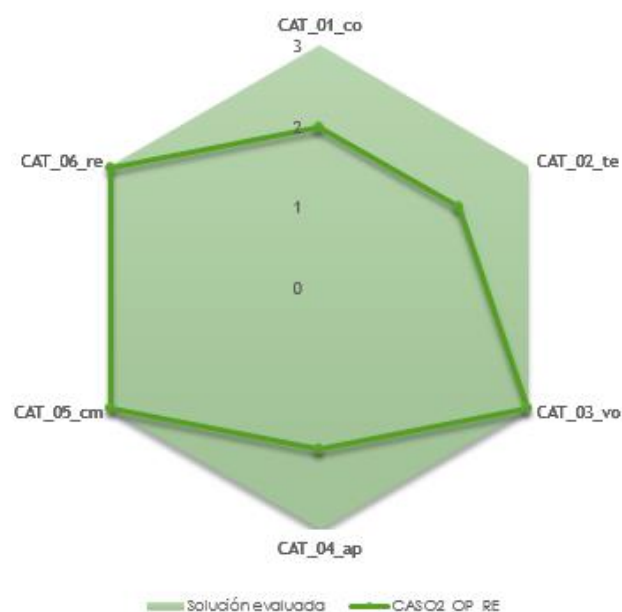


Ilustración 11.7-2 Representación gráfica del CASO2_OP_RE con una solución con la máxima puntuación en los indicadores (CAT). Fuente: elaboración propia

11.7.2. Representación gráfica de los indicadores REH y ENE.

Para representar el resto de los indicadores hemos elegido un diagrama de columnas, en el que el máximo es 3, que corresponde a la puntuación más alta, y el mínimo 1. Mientras más alta se la columna mejor será el indicador parcial y en consecuencia la solución a evaluar. Como ya hemos visto, los indicadores CAT tenían la función de aceptar o descartar la solución y establecían valores obligatorios según los diferentes CASOS. Los indicadores REH y ENE ofrecen información complementaria de la solución que ayuda a, una vez aceptada la solución desde el punto de vista de la catalogación, ponderar diferentes aspectos de la misma. Dicha información será crucial si queremos establecer una comparativa con otras soluciones alternativas.

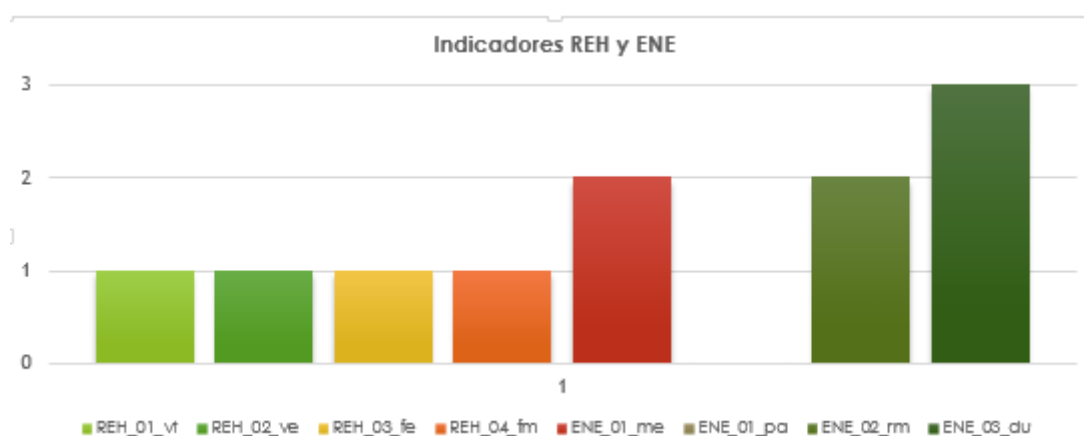


Ilustración 11.7-3. Gráfico de columnas representando los valores de los indicadores REH y ENE. Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 11.7-3 vemos representados los indicadores ENE y REH mediante un gráfico de columnas. Si observamos el indicador ENE_01_pa vemos que no parece ninguna columna, esto se debe a que la solución evaluada en este ejemplo se aplica a un elemento constructivo que no es un HUECO, en este caso era un SUELO. Cuando el elemento sea un HUECO la columna alcanzará valores de entre 1 y 3 como el resto de los indicadores.

11.8. Desarrollo de herramienta informática.

Uno de los requisitos que debía cumplir el sistema de evaluación, es que fuera fácil de usar. Si una metodología o un software informático es demasiado complejo, se acaba por no usar, inevitablemente siempre tendemos a buscar atajos y evitar las cosas complicadas. Es algo parecido a las herramientas simplificadas para la calificación energética y el uso de Lider, Calener o ahora HULC, al final se utilizan mucho más CE3X o similares. Por esta razón creemos que era práctico que el sistema de evaluación cobrara forma en una herramienta informática, pero que no fuera algo demasiado complejo.

Se ha elegido implementar el sistema de evaluación en Excel por ser un software muy utilizado y además nos permite poder modificar o actualizar el sistema de evaluación con bastante facilidad. La herramienta que hemos desarrollado se llama SESREBIC (**S**istema de **E**valuación de **S**oluciones de **R**ehabilitación **E**nergética en monasterios **B.I.C**).

El modo de uso de dicha herramienta es el mismo que expusimos en la metodología de uso, sin duda quedará más claro cuando lo usemos en la parte práctica. Además en la propia herramienta se recogen las instrucciones de uso.

Para comprobar su funcionamiento y validarla procederemos a inspeccionarla en el capítulo Banco de Pruebas y en de Validación del sistema de evaluación.

PARTE 3: VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN

Capítulo 12. Banco de pruebas del Sistema de Evaluación

12.1. Introducción.

Para comprobar que el Sistema de Evaluación cumple con su función y evalúa correctamente las soluciones de rehabilitación energética, vamos a realizar un banco de pruebas que nos ayude a chequear que todo funciona como cabe esperar.

Hemos incluido en la Tabla 12.1-1 los objetivos que queremos conseguir con la realización del banco de pruebas.

Tabla 12.1-1. Objetivos a cumplir con el banco de pruebas. Elaboración propia

Objetivos
Comprobar que podemos evaluar soluciones para todos los tipos de elementos.
Confirmar que la evaluación de las soluciones con respecto al cumplimiento de su catalogación corresponde con los datos esperados.
Corroborar que una misma solución puede ofrecer diferentes resultados si se aplica en otro edificio.
Confirmar que podemos comparar soluciones.

Para ello nos valdremos de casos-tipo (Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado & Baptista Lucio 2010). Con esta opción lo que buscamos es que en la muestra aparezcan todas las variables que intervienen en el sistema de evaluación abogando menos por la cantidad de casos o elementos de muestreo y más por la representatividad de los mismos.

Para comprobar que el sistema funciona, vamos a realizar 15 evaluaciones de soluciones utilizando la herramienta diseñada SESREB.I.C.

En Tabla 12.1-2 aparecen todas las evaluaciones que se van a realizar. Podemos ver que abarcamos todas las variables que queremos comprobar. Existe al menos una solución por cada elemento constructivo y cada solución se evalúa para cada edificio y para cada CASO. En el elemento cubierta, hemos escogido dos soluciones para luego poder comprobar la función de comparativa de soluciones.

Tabla 12.1-2. Matriz de evaluaciones a realizar. Fuente: Elaboración propia

	Monasterio 1	Monasterio 2	Monasterio 3	
Muros	CASO1_OP_SR (exterior) CASO3_ONP_PO (interior)	CASO1_OP_SR	CASO1_OP_SR	Solución 1
Huecos	CASO4_NO_V	CASO4_NO_V	CASO4_NO_V	Solución 2
Suelos	CASO5_NO_O	CASO3_ONP_PO	CASO5_NO_O	Solución 3
Cubierta	CASO2_OP_RE (exterior) CASO3_ONP_PO (interior)	CASO3_ONP_PO (interior) CASO4_NO_V (exterior)	CASO4_NO_V (exterior) CASO5_NO_O (interior)	Solución 4
	CASO2_OP_RE (exterior) CASO3_ONP_PO (interior)	CASO3_ONP_PO (interior) CASO4_NO_V (exterior)	CASO4_NO_V (exterior) CASO5_NO_O (interior)	Solución 5

Evaluaremos cinco soluciones de rehabilitación energética en tres monasterios diferentes. Además hemos seleccionado los elementos de tal forma que se recojan todos los CASOS.

Las soluciones a evaluar, como ya hemos indicado serán cinco Tabla 12.1-3:

Tabla 12.1-3. Soluciones tipo elegidas para el banco de pruebas. Fuente: Elaboración propia

Código	Solución	Elemento
Solución 1	Aislar por el interior: Trasdoso autoportante	MURO
Solución 2	Cambio de ventanas	HUECOS
Solución 3	Suelo técnico	SUELOS
Solución 4	Aislante sobre el forjado de bajocubierta desde el interior	CUBIERTA
Solución 5	Sistema de aislamiento por el exterior de la cubierta	CUBIERTA

Hemos elegido estas soluciones por varios motivos:

- Abarcamos todos los elementos constructivos.
- Son soluciones habituales.
- Son soluciones que a priori no valdrían para todos los CASOS, por lo que nos permiten chequear el cumplimiento de la catalogación.
- Incluimos dos soluciones de cubierta para poder chequear el apartado de comparativa de soluciones.

Evaluablemos las soluciones en tres monasterios Tabla 12.1-4.

Tabla 12.1-4. Monasterios tipo elegidos. Fuente: elaboración propia

Código	Monasterio
Monasterio 1	Santa María de Retuerta (Sardón de Duero, Valladolid)
Monasterio 2	Santa María de la Vid (La Vid y Barrios, Burgos)
Monasterio 3	Santa María la Real (Aguilar de Campoo, Palencia)

Hemos elegido estos monasterios por varias razones:

- Pertenecen a una tipología homogénea, esto implica no sean casos tan extremos que sea imposible establecer comparaciones entre ellos.
- Son monasterios habitables en los que se podría realizar una rehabilitación energética.
- Todos son Bien de Interés Cultural.
- Son monasterios que siguen conservando su fisonomía como monasterio, conservan claustro, iglesia, refectorio, etc.
- Aun siendo monasterios pertenecientes a la misma orden, tienen características estéticas diferentes, ya que cada uno de ellos corresponde a un estilo arquitectónico diferente.
- Tienen usos actuales diferentes y representan los usos principales recogidos en la base de datos (BAMC).
- Uno ha sido rehabilitado energéticamente por completo, por lo que nos servirá como elemento de control.
- Son monasterios a los que tenemos acceso físico y además son visitables.
- Teníamos abundante información sobre ellos: historia, intervenciones, composición de los elementos constructivos, etc.

12.2. Metodología.

Para llevar a cabo las evaluaciones en el banco de pruebas, seguiremos la siguiente metodología:

1. Haremos una breve descripción de los monasterios.
2. Definiremos los elementos constructivos a intervenir.
3. Definiremos las soluciones de rehabilitación energética.
4. Estableceremos los resultados que deberíamos obtener.
5. Aplicaremos el sistema de evaluación.
6. Analizaremos los resultados.
7. Expondremos las conclusiones.

12.3. Descripción de los monasterios.

Dado que para la descripción de los monasterios hemos ocupado varias páginas, hemos estimado más oportuno ubicarlo en un anexo para que la lectura de este capítulo resulte más cómoda.

12.4. Definición de los elementos constructivos a intervenir.

A continuación adjuntaremos unas tablas en las que se describe cada elemento constructivo a intervenir de cada monasterio.

Para todas las soluciones utilizaremos un metro cuadrado. Las transmitancias de los elementos las calcularemos de forma teórica ya que no se realizaron mediciones de este tipo en las intervenciones en los edificios, para ello utilizaremos los datos del anexo Cálculo de las transmitancias de los elementos característicos. Nos ayudaremos de SESREB.I.C para mostrar los datos utilizando las tablas de la herramienta.

12.4.1. Elementos del Monasterio de Retuerta

Como el monasterio de Retuerta ya se encuentra rehabilitado, si aplicáramos las soluciones teniendo en cuenta su estado actual, no tendríamos ninguna mejora, por lo tanto trataremos los elementos con las condiciones que tenían antes de la rehabilitación. En la Ilustración 12.4-1, hemos incluido en un plano la localización de los elementos seleccionados.

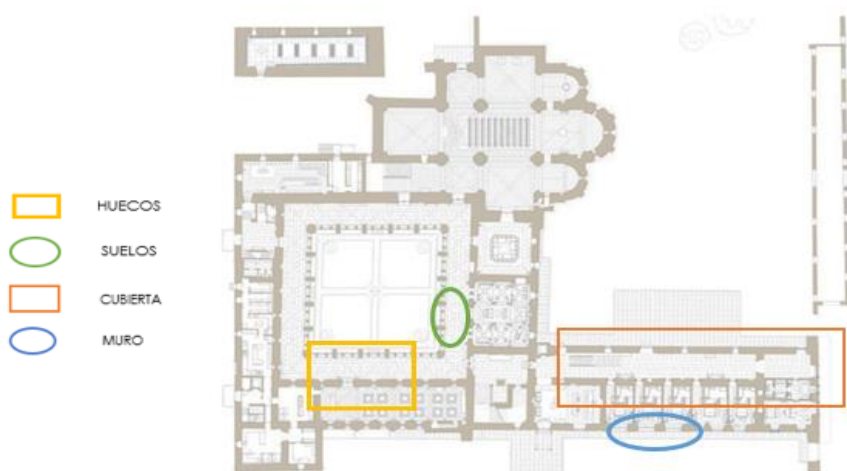


Ilustración 12.4-1. Plano de localización de los elementos a intervenir. Fuente: elaboración propia

El primer elemento (Tabla 12.4-1) sería el muro sur de fachada situado en el ala de las habitaciones de los huéspedes. Se trata de un muro que en su cara exterior pertenece a Fachada, por lo que estaría protegido y sería un CASO1_OP_SR. En la cara interna del muro, la parte que daría a las habitaciones, sería un CASO3_ONP_PO, ya que habría que conservarlo pero no importa que quede oculto.

El segundo elemento (Tabla 12.4-2), serían los huecos del claustro. Queremos acristalarlos, pero sin acristalar no forman parte de la envolvente, se consideraría el muro de la panda como envolvente. Por esta razón en la tabla correspondiente veremos el espesor del muro y la transmitancia del muro. Una vez que realicemos la intervención se calculará la transmitancia. Si tenemos en cuenta el espacio como no habitable, entonces tendremos que calcular la transmitancia del muro de la panda como si la zona acristalada fuera un cerramiento y el muro una partición interior. Si consideramos el claustro como habitable, entonces la envolvente será el muro donde se encuentran las ventanas que será la nueva fachada. No ponemos permeabilidad al aire porque se supone que antes de la intervención el elemento es un muro.

Tabla 12.4-1. Datos del elemento MURO del monasterio de Retuerta. Fuente: elaboración propia y SESREB.I.C

Ubicación en el edificio	Muro parte interior fachada en habitación
Descripción elemento	Fachada formada por una hoja de sillería de piedra caliza 2000<d<2190, las piedras colocadas con juntas de mortero de manera que se formen menos huecos posibles.
Clima	D
Espesor del elemento (m)	0,70
Superficie del elemento (m ²)	1
Caso	CASO1_OP_SR (por el exterior) y CASO3_ONP_PO (por el interior)
Tipo de elemento constructivo	MURO
Transmitancia del elemento	1,718
Permeabilidad al aire (m3/hm2)	No aplica

Tabla 12.4-2. Datos elemento HUECO del monasterio de Retuerta. Fuente: elaboración propia y SESREB.I.C.

Ubicación en el edificio	Huecos claustro
Descripción elemento	Muro panda sur del refectorio
Clima	D
Espesor del elemento (m)	0,70
Superficie del elemento (m ²)	1
Caso	CASO4_NO_V
Tipo de elemento constructivo	HUECO
Transmitancia del elemento	1,718
Permeabilidad al aire (m3/hm2)	-

El tercer elemento sería el suelo del claustro (Tabla 12.4-3). El suelo existente no era el original por lo que estaríamos en el CASO5_NO_O.

El último elemento sería la cubierta, en este caso la cubierta de la zona de las habitaciones. Al ser un espacio abuhardillado, existe la opción de sea o no habitable y además de que sea o no visto. En este caso vamos a tener en cuenta como si fuera no habitable, al parecer se utiliza como paso del servicio pero no estaría climatizado. Consideramos que por fuera es un CASO2_OP_RE, ya que las cubiertas existentes eran originales pero estaban en muy mal estado. Por la cara interna de la cubierta la consideraremos CASO3_ONP_PO, ya que sería un elemento original pero podría ocultarse bajo otra solución.

Tendríamos todos los elementos y además elementos en todos los CASOS.

Tabla 12.4-3. Datos elemento SUELO del monasterio de Retuerta. Fuente: elaboración propia

Ubicación en el edificio	Suelo de las pandas del claustro
Descripción elemento	Enlosado de baldosa cerámica con mortero de albañilería y con cama de arena de regularización de 2 cm.
Clima	D
Espesor del elemento (m)	0,055
Superficie del elemento (m ²)	1
Caso	CASO5_NO_O
Tipo de elemento constructivo	SUELO
Transmitancia del elemento	3,05
Permeabilidad al aire (m3/hm2)	No aplica

Tabla 12.4-4. Datos elemento CUBIERTA del monasterio de Retuerta. Fuente: elaboración propia

Ubicación en el edificio	Cubierta zona habitaciones
Descripción elemento	Estructura de madera laminada, tablero contrachapado fenólico, aislamiento, teja cerámica mixta y canalones y bajantes de cobre.
Clima	D
Espesor del elemento (m)	0,105
Superficie del elemento (m ²)	1
Caso	CASO2_OP_RE (por el exterior) y CASO3_ONP_PO (por el interior)
Tipo de elemento constructivo	SUELO
Transmitancia del elemento	3,05
Permeabilidad al aire (m3/hm2)	No aplica

12.4.2. Elementos del monasterio de la Vid

En el monasterio de la Vid, tenemos elementos que ya se han intervenido recientemente como son las cubiertas, pero no se le añadió ningún material aislante, por lo que las intervenciones han estado orientadas a la conservación del edificio pero no a la mejora del confort. En la Ilustración 12.4-1 hemos señalado la ubicación de los elementos en el edificio.

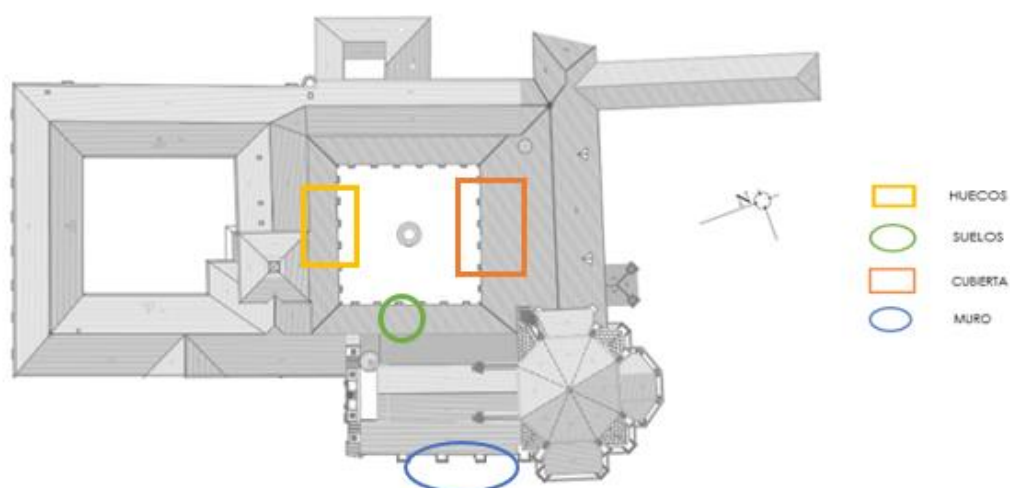


Ilustración 12.4-2. Plano de localización de los elementos a intervenir en el monasterio de la Vid. Fuente: elaboración propia

Para el elemento Muro, hemos seleccionado el muro de la Iglesia, ya que será un elemento altamente protegido y que además se encuentra en buen estado.

Para los huecos hemos seleccionado las carpinterías del claustro. En este caso tenemos ya un claustro acristalado, por lo que nuestra fachada no será el muro de la panda sino el muro acristalado.

Tabla 12.4-5. Datos elemento MURO monasterio de la Vid. Fuente: elaboración propia y SESREB.I.C.

Ubicación en el edificio	Muro parte interior fachada en Iglesia
Descripción elemento	Fachada formada por una hoja de sillería de piedra caliza $2000 < d < 2190$, las piedras colocadas con juntas de mortero de manera que se formen menos huecos posibles.
Clima	E
Espesor del elemento (m)	1,20
Superficie del elemento (m ²)	1
Caso	CASO1_OP_SR
Tipo de elemento constructivo	MURO
Transmitancia del elemento	1,14
Permeabilidad al aire (m ³ /hm ²)	No aplica

Tabla 12.4-6. Datos elemento HUECO monasterio de la Vid. Fuente: elaboración propia y SESREB.I.C

Ubicación en el edificio	Huecos claustro
Descripción elemento	Carpinterías de madera marrón oscuro, con contraventanas interiores y doble hoja con vidrio monolítico de 5 mm de espesor.
Clima	E
Espesor del elemento (m)	0,06
Superficie del elemento (m ²)	1
Caso	CASO4_NO_V
Tipo de elemento constructivo	HUECO
Transmitancia del elemento	4,3
Permeabilidad al aire (m3/hm2)	50

Para el elemento Suelo, vamos a seleccionar el suelo del claustro que es el original de piedra. Se trata de un CASO3_ONP_PO, ya que tendremos que conservar el suelo, pero podríamos cubrirlo.

La cubierta es una cubierta que en la última intervención se cambió toda la cobertura de pizarra, por lo que nos encontramos por la cara exterior un elemento nuevo integrado en uno protegido, ya que tiene que cumplir con el requisito de que la apariencia exterior no varíe por eso sería un CASO4_NO_V. En el interior de la cubierta se conserva la estructura antigua, pero es una zona abuhardillada no habitable y oculta por lo que sería un CASO3_ONP_PO.

Tabla 12.4-7. Datos elemento SUELO monasterio de la Vid. Fuente: Elaboración propia y SESREB.I.C.

Ubicación en el edificio	Suelo de las pandas del claustro
Descripción elemento	Enlosado con piedra caliza de 5 cm de espesor y mortero de albañilería.
Clima	D
Espesor del elemento (m)	0,055
Superficie del elemento (m ²)	1
Caso	CASO3_ONP_PO
Tipo de elemento constructivo	SUELO
Transmitancia del elemento	3,98
Permeabilidad al aire (m3/hm2)	No aplica

Tabla 12.4-8. Datos elemento CUBIERTA monasterio de la Vid. Fuente: elaboración propia y SESREB.I.C.

Ubicación en el edificio	Cubierta zona claustro
Descripción elemento	Esquisto Pizarra [2000<d<2800] Cámara de aire ligeramente ventilada horizontal Polipropileno (PP) Conífera de peso medio 435<d<520
Clima	E
Espesor del elemento (m)	0,15
Superficie del elemento (m ²)	1
Caso	CASO4_NO_V (por el exterior) y CASO3_ONP_PO (por el interior)
Tipo de elemento constructivo	SUELO
Transmitancia del elemento	2,433
Permeabilidad al aire (m3/hm2)	No aplica

12.4.3. Elementos del monasterio de Santa María la Real

El monasterio de Santa María la Real mezcla elementos nuevos con elementos antiguos debido a las intervenciones que sufrió fruto del abandono y la ruina en la que se encontraba. Algunas de estas intervenciones afectaron y dañaron elementos originales, y no se evitó la mimetización, más bien lo contrario, por lo que en ocasiones es difícil saber que partes son originales y cuáles no.

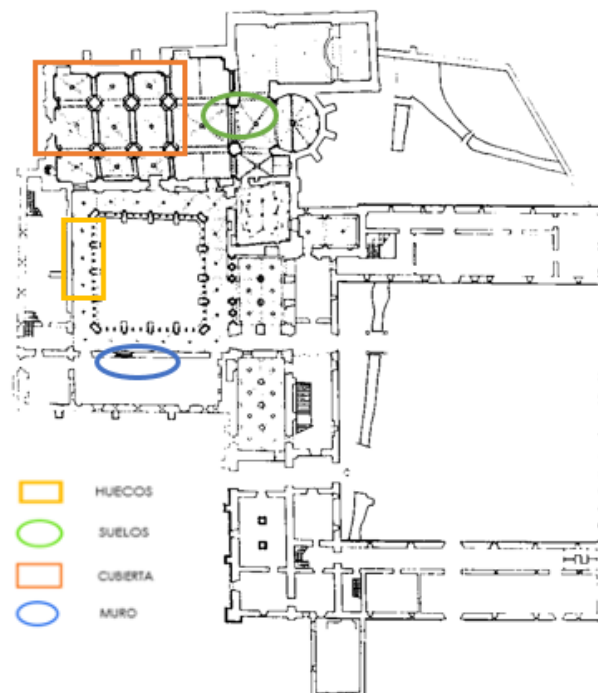


Ilustración 12.4-3 Plano de localización de los elementos a intervenir en el monasterio de Santa María la Real. Fuente: elaboración propia

Las últimas intervenciones hicieron todo lo contrario, diferenciar muy claramente incorporando elementos muy contemporáneos, por lo que el monasterio es un claro ejemplo de convivencia de dos corrientes con criterios de intervención totalmente antagonistas. En la Ilustración 12.4-1, se encuentran señalizados los elementos que hemos elegido para la evaluación.

Para el elemento Muro (Tabla 12.4-9), hemos optado por el muro de la panda del claustro que por el interior da al refectorio. Es un elemento original y se conserva en buen estado por lo que sólo cabe la restauración.

Para el elemento Hueco, evaluaremos las carpinterías del claustro alto, que no son originales pero se encuentran dentro de un elemento que sí lo es como el claustro (Tabla 12.4-10).

Tabla 12.4-9. Datos elemento MURO monasterio de Santa María la Real. Fuente: Elaboración propia y SESREB.I.C

Ubicación en el edificio	Muro de claustro panda refectorio
Descripción elemento	Fachada formada por una hoja de sillería de piedra arenisca, las piedras colocadas con juntas de mortero de manera que se formen menos huecos posibles.
Clima	E
Espesor del elemento (m)	0,70
Superficie del elemento (m ²)	1
Caso	CASO1_OP_SR
Tipo de elemento constructivo	MURO
Transmitancia del elemento	2,5
Permeabilidad al aire (m3/hm2)	No aplica

Tabla 12.4-10. Datos elemento HUECO monasterio de Santa María la Real. Fuente: Elaboración propia y SESREB.I.C

Ubicación en el edificio	Carpintería ventanas claustro alto
Descripción elemento	Ventana de acero con vidrio monolítico de 4mm de espesor. Carpintería negro mate.
Clima	E
Espesor del elemento (m)	0,04
Superficie del elemento (m ²)	1
Caso	CASO4_NO_V
Tipo de elemento constructivo	HUECO
Transmitancia del elemento	5,5
Permeabilidad al aire (m3/hm2)	100

Para el suelo (Tabla 12.4-11), estudiaremos el suelo de la Iglesia, que no es el original pero se encuentra en un entorno protegido aunque podría permanecer oculto.

Y por último estudiaremos la cubierta (Tabla 12.4-12) que se encuentra sobre la Iglesia, por ser un elemento bastante singular, en el que sin ser original debe mantener una estética general para cumplir con la catalogación del edificio y por la cara interior no estaría obligado a cumplir ningún requisito con respecto a la catalogación.

Tabla 12.4-11 Datos elemento SUELO monasterio de Santa María la Real. Fuente: Elaboración propia y SESREB.I.C

Ubicación en el edificio	Suelo de la Iglesia
Descripción elemento	Enlosado con piedra caliza de 5 cm de espesor y mortero de albañilería.
Clima	D
Espesor del elemento (m)	0,055
Superficie del elemento (m ²)	1
Caso	CASO5_NO_O
Tipo de elemento constructivo	SUELO
Transmitancia del elemento	3,98
Permeabilidad al aire (m3/hm2)	No aplica

Tabla 12.4-12 Datos elemento CUBIERTA monasterio de Santa María la Real. Fuente: Elaboración propia y SESREB.I.C

Ubicación en el edificio	Cubierta zona Iglesia
Descripción elemento	Cubierta inclinada de losa de hormigón , revestimiento de panel de madera de pino por el interior y teja curva por el exterior
Clima	E
Espesor del elemento (m)	0,28
Superficie del elemento (m ²)	1
Caso	CASO4_NO_V (por el exterior) y CASO5_NP_O (Por el interior)
Tipo de elemento constructivo	SUELO
Transmitancia del elemento	2,37
Permeabilidad al aire (m3/hm2)	No aplica

12.5. Soluciones de rehabilitación energética seleccionadas.

Como ya comentamos hemos seleccionado cinco soluciones para realizar las evaluaciones en el banco de pruebas. A continuación pasaremos a describir cada una de ellas.

12.5.1. Solución 1: Aislar por el interior trasdosado autoportante

Hemos elegido esta solución porque es una de las que se utilizó en la rehabilitación energética llevada a cabo en el monasterio de Retuerta. Consiste en adosar un trasdosado con aislante en su interior en la cara del muro de fachada que da al interior. En la Ilustración 12.4-2, a la derecha, vemos una imagen tomada durante la instalación en una de las habitaciones. A la derecha, podemos ver en el muro de la derecha el acabado final de la solución en esta ocasión en el claustro.

Se instaló el sistema Knauf: tabique W112 formado por dos placas de yeso laminado de 12,5 mm de espesor a cada lado externo de una doble estructura metálica de 48 mm de ancho, dando un ancho total de tabique de 146 mm. Las almas de las perfilierías están rellenas con lana mineral de 40 mm de espesor, obteniendo un aislamiento acústico (RA) de 52,3 dBA y una resistencia al fuego (EI) de 60 minutos. Aunque esta solución se ha utilizado en muchas estancias del hotel, para la evaluación escogeremos una habitación.



Ilustración 12.5-1. Detalle de la instalación de trasdosado en una de las habitaciones a la izquierda y acabado final en el claustro a la derecha. Fuente: Ecoconstrucción(Knauf 2010) y elaboración propia

Como peculiaridad podemos destacar la elección de colocar adicionalmente una tercera placa, la placa Vidiwall de 12,5 mm de espesor, cuyo objetivo será la de recibir el estuco de cal y arena de 5 a 7 mm de espesor.

La placa Vidiwall, a diferencia de la placa de yeso laminado, está compuesta por una mezcla de fibras de celulosas y yeso, reuniendo las propiedades idóneas para asegurar la longevidad del estuco de cal y arena. La placa Vidiwall se fabrica con los bordes longitudinales rebajados, el tratamiento de juntas se realiza con pasta de juntas Uniflott y cinta de papel microperforada. No se debe pensar que con la aplicación en toda la superficie de la placa un acabado como el estuco de 5 a 7 mm, no es necesario tratar las juntas con cinta, porque lo más probable es que las juntas acaben fisurándose.

Según la ficha técnica del fabricante no se recomienda pintar con cal, silicato de potasa ni pinturas con silicatos. Ciertas dispersiones con silicatos, se podrían utilizar con la recomendación expresa del fabricante. No utilizar pinturas con un pH mayor a 11,5. Por esta razón se optó por colocar una placa adicional knauf Vidiwall.

Tabla 12.5-1 Datos de la Solución 1: trasdosado autoportante. Fuente: elaboración propia y SESREB.I.C

Nombre de la solución	Trasdoso por el interior
Descripción	Sistema Knauf: tabique W112 formado por dos placas de yeso laminado de 12,5 mm de espesor a cada lado externo de una doble estructura metálica de 48 mm de ancho, dando un ancho total de tabique de 77 mm. Las almas de las perfileras están rellenas con lana mineral de 40 mm de espesor. Más placa Vidiwall para revestir con estuco de cal grasa.
Color del acabado de la solución	Amarillo claro
Textura del acabado de la solución	Estucado
Espesor de la solución (m)	11,75
¿Afecta o modifica la apariencia del elemento constructivo actual?	Sí, antes no estaba revestido
Composición química o tipo de material	Los montantes son de acero galvanizado. Las placas son de yeso. Las placas exteriores son yeso y fibras de celulosa de papel reciclado. Estuco de cal y arena y pigmentos naturales. Los montantes son de acero galvanizado.
Modo de anclaje o fijación al elemento constructivo	En otras zonas se podrá fijar al suelo y al techo. Fijación mediante tornillos.
Es un producto comercial, accesible, plazos de entrega, medios auxiliares, etc.	Es un producto comercial Es accesible y su comercialización está extendida. Disponibilidad del material. Al ser por el interior no necesita medios auxiliares.
Coste económico de la solución (euros)	Sistema autoportante: 45,86 euros/m ² Adición de placas Vidiwall: 24 euros/m ² Estuco: 24,87 euros/m ² Total de la solución: 94,73 euros/m ²
Si existen dificultades para su ejecución	En principio no
Mantenimiento de la solución	No necesita mucho mantenimiento. Se protegerá frente a golpes. Se evitarán las humedades y la colocación de elementos pesados sobre las placas. Habrá que repasar el estuco cada dos años.
Coste energético de la solución (MJ/W)	Sin datos
Años que podría durar la solución	25
Superficie del elemento constructivo en la que se aplica la solución (m ²)	1
Resistencia térmica de la solución	1,2

12.5.2. Solución 2: Cambio de ventanas

Una solución muy habitual en las rehabilitaciones energéticas es el cambio de ventanas, en este caso propondremos no una restauración o rehabilitación de la carpintería existente sino el cambio de la ventana completa. Para ello vamos a utilizar un tipo de carpintería comercial con un modelo parecido al existente en dos de los monasterios para ver cómo funcionaría el sistema teniendo en cuenta que las tres ventanas de los tres monasterios están en el mismo CASO.

Tabla 12.5-2 Datos de la Solución 2: cambio de ventanas. Fuente: elaboración propia y SESREB.I.C

Nombre de la solución	Cambio de ventanas
Descripción	Rehabilitación energética de cerramientos de huecos de fachada, mediante el levantado de la carpintería acristalada existente, de cualquier tipo, situada en fachada, con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor, y sustitución por carpintería de aluminio anodizado color negro, para conformado de ventana abisagrada practicable de apertura hacia el interior "CORTIZO", sistema Cor-70 Hoja Oculta Canal Cortizo, "CORTIZO", formada por dos hojas, con perfiles provistos de rotura de puente térmico, y con premarco., y doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica, 4/6/6 color azul, con calzos y sellado continuo.
Color del acabado de la solución	Negro el marco y azul el vidrio
Textura del acabado de la solución	Anodizado
Espesor de la solución (m)	0,07
¿Afecta o modifica la apariencia del elemento constructivo actual?	Sí, es de otro material y diseño
Composición química o tipo de material	Aluminio anodizado, vidrio y silicona
Modo de anclaje o fijación al elemento constructivo	Sellado
Es un producto comercial, accesible, plazos de entrega, medios auxiliares, etc.	Es un producto comercial Es accesible y su comercialización está extendida. Disponibilidad del material. Carpintería a medida
Coste económico de la solución (euros)	721 euros/unidad
Si existen dificultades para su ejecución	En principio no debería haber dificultades excepcionales para su ejecución.
Mantenimiento de la solución	Poco, revisar juntas
Coste energético de la solución (MJ/W)	Sin datos
Años que podría durar la solución	25
Superficie del elemento constructivo en la que se aplica la solución (m2)	1
Transmitancia térmica de la solución	vidrio: 2,5 Factor solar 41% marco: 0,9
Permeabilidad al aire	≤ 3 (m ³ /h m ²)

Se trata de un carpintería de aluminio anodizado color negro, para conformado de ventana abisagrada practicable de apertura hacia el interior "CORTIZO", sistema Cor-70 Hoja Oculta Canal Cortizo, "CORTIZO", formada por dos hojas, con perfiles provistos de rotura de puente térmico, y con premarco, y doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica, 4/6/6 color azul, con calzos y sellado continuo.

La característica principal es su hoja oculta con una perfilaría esbelta caracterizada por su sección vista de sólo 66 mm desde el exterior y que maximiza la superficie de acristalamiento, pudiendo llegar a un 85% de vidrio del total de la ventana. En la Tabla 12.5-2 vemos los datos más representativos de la solución y en la Ilustración 12.5-2 vemos el diseño de la carpintería.

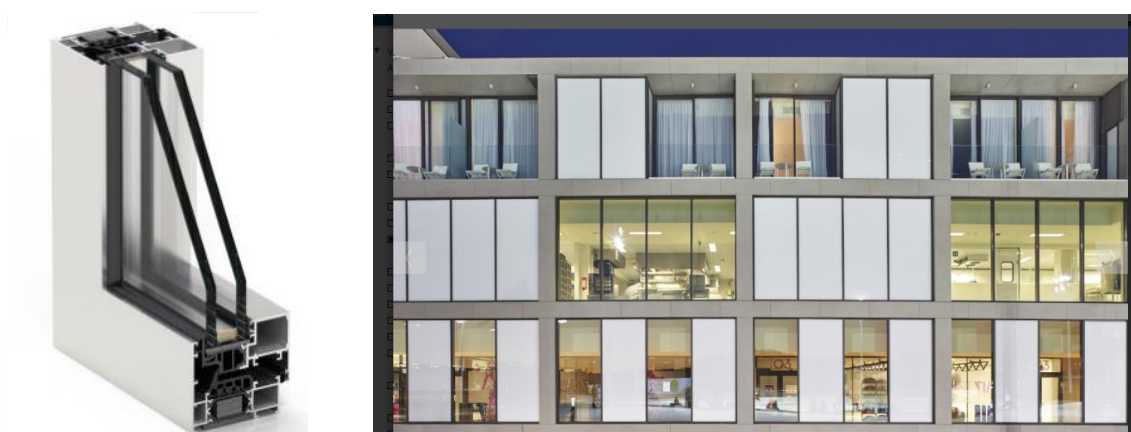


Ilustración 12.5-2. A la izquierda detalle de la carpintería Sistema Cor-70 de "CORTIZO" y a la derecha detalle de la fachada de la Rafa Nadal Academy en Manacor donde se ha instalado este modelo. Fuente: CORTIZO

12.5.3. Solución 3: suelo técnico

La Abadía de Retuerta, ha solucionado sus problemas de humedad por capilaridad instalando un sistema de "calefacción por zócalo". Deers S.L España ha instalado este sistema, que funciona de forma parecida a como lo hacían los hipocaustos romanos y que anteriormente ya se había instalado en otros monasterios alemanes. El sistema consiste en dos tubos que discurren por la parte baja de las paredes irradiando calor. El agua caliente proviene de las placas solares térmicas que el propio hotel tiene instaladas dentro de su parcela.

Para poder instalar este sistema, de forma que no afectara a los muros y fuera reversible y registrable, se optó por colocar un suelo técnico, en vez de un zócalo en las paredes.

En la Ilustración 12.5-3 podemos observar en la esquina inferior izquierda como se estaban instalando las tuberías del sistema durante la obra de rehabilitación. Posteriormente se instalaba el suelo técnico.



Ilustración 12.5-3 Imagen de la rehabilitación del claustro alto. Fuente: Ecoconstrucción(Knauf 2010)

La solución, por tanto, es otro de los sistemas Knauf que formaban parte del proyecto inicial de reforma, para las zonas de saneamiento fue el suelo técnico Tecnosol continuo y elevado compuesto por: Placas de sulfato cálcico sobre soportes de acero en formato de 600 x 600 mm de 32 mm de espesor, machihembradas y encoladas entre sí, que permiten el paso de instalaciones bajo el suelo técnico y su acceso mediante registros para su posterior mantenimiento. Esta solución permite el paso de instalaciones sin tener que hacer rozas en los muros y conservar el suelo existente si es preciso. En la Ilustración 12.5-4 podemos ver el aspecto del suelo técnico instalado en el claustro y una infografía que representa el sistema.

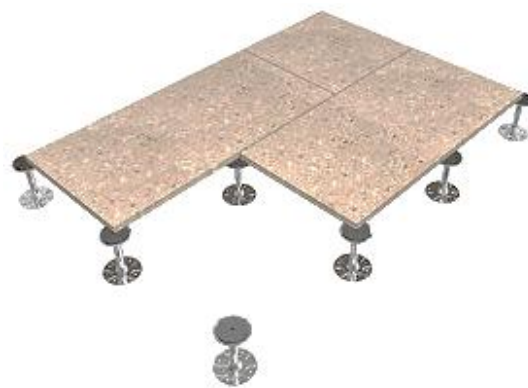
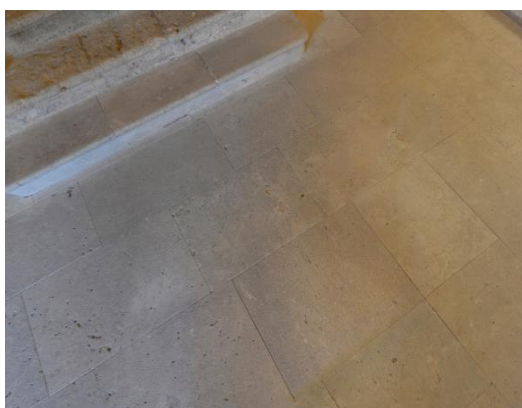


Ilustración 12.5-4. Detalle del suelo técnico instalado en el claustro bajo a la izquierda e infografía del sistema Tecnosol a la derecha. Fuente: elaboración propia y Knauf.

Tabla 12.5-3. Datos de la Solución 3: suelo técnico. Fuente: elaboración propia y SESREB.I.C

Nombre de la solución	Suelo técnico
Descripción	suelo técnico Tecnosol continuo y elevado compuesto por: Placas de sulfato cálcico sobre soportes de acero en formato de 600 x 600 mm de 32 mm de espesor, machihembradas y encoladas entre sí, que permiten el paso de instalaciones bajo el suelo técnico y su acceso mediante registros para su posterior mantenimiento.
Color del acabado de la solución	Piedra color crema
Textura del acabado de la solución	La textura rugosa piedra con coqueras
Espesor de la solución (m)	Altura máxima 554 milímetros pedestal + 28 mm placa + 100 mm piedra = 0,682 m
¿Afecta o modifica la apariencia del elemento constructivo actual?	Sí, antes había otro tipo de suelo.
Composición química o tipo de material	Pedestales de acero. Las placas son de sulfato cálcico. Placas de acabado en piedra
Modo de anclaje o fijación al elemento constructivo	Descansa sobre el antiguo suelo con los pedestales.
Es un producto comercial, accesible, plazos de entrega, medios auxiliares, etc.	Es un producto comercial Es accesible y su comercialización está extendida. Disponibilidad del material. Al ser por el interior no necesita medios auxiliares.
Coste económico de la solución (euros)	Sistema tecnosol: 82,42 euros/m ² Adición de placas acabado piedra: 79 euros/m ² Total de la solución: 161,42 euros/m ²
Si existen dificultades para su ejecución	En principio no debería haber dificultades excepcionales para su ejecución. Pero en zonas donde existen muchas instalaciones puede haber problemas para colocar los pedestales.
Mantenimiento de la solución	No necesita mucho mantenimiento. Además se pueden levantar y sustituir las piezas dañadas.
Coste energético de la solución (MJ/W)	Sin datos
Años que podría durar la solución	25
Superficie del elemento constructivo en la que se aplica la solución (m ²)	1
Resistencia térmica de la solución	0,071

12.5.4. Solución 4: Aislante sobre el forjado de bajocubierta desde el interior

Esta solución consistirá en instalar un aislante sobre el forjado existente dentro de la zona abuhardillada de la cubierta inclinada. Evaluaremos el Sistema "URSA IBÉRICA AISLANTES" de aislamiento térmico por el interior de cubiertas inclinadas sobre espacio no habitable, formado por manta de lana de vidrio Ursa Glasswool M1021 Manta Papel "URSA IBÉRICA AISLANTES", revestida por una de sus caras con papel kraft que actúa como barrera de vapor, de 160 mm de espesor. En la Ilustración 12.5-5 se muestra una infografía donde se representa la forma de instalación y en la Tabla 12.5-4 se recogen los datos generales de la solución.



Ilustración 12.5-5. Infografía que representa el modo de instalación de la solución. Fuente: Generador de precios

Tabla 12.5-4 Datos de la Solución 4: aislamiento bajo cubierta. Fuente: elaboración propia y SESREB.I.C

Nombre de la solución	Aislamiento bajo cubierta
Descripción	Sistema "URSA IBÉRICA AISLANTES" de aislamiento térmico por el interior de cubiertas inclinadas sobre espacio no habitable, formado por manta de lana de vidrio Ursa Glasswool M1021 Manta Papel "URSA IBÉRICA AISLANTES", revestida por una de sus caras con papel kraft que actúa como barrera de vapor, de 160 mm de espesor.
Color del acabado de la solución	El del material
Textura del acabado de la solución	Textura esponjosa
Espesor de la solución (m)	0,16
¿Afecta o modifica la apariencia del elemento constructivo actual?	Sí, ahora no se ve el soporte. Pero es reversible.
Composición química o tipo de material	Lana de vidrio y Papel Kraft.
Modo de anclaje o fijación al elemento constructivo	Apoyado sobre el forjado
Es un producto comercial, accesible, plazos de entrega, medios auxiliares, etc.	Es un producto comercial Es accesible y su comercialización está extendida. Disponibilidad del material. Al ser por el interior no necesita medios auxiliares.
Coste económico de la solución (euros)	6,41
Si existen dificultades para su ejecución	En principio no debería haber dificultades excepcionales para su ejecución. Posibles zonas irregulares o con acceso más reducido.
Mantenimiento de la solución	No necesita mucho mantenimiento. Además se pueden levantar y sustituir las piezas dañadas.
Coste energético de la solución (MJ/W)	51,90 MJ/m2 energía primaria
Años que podría durar la solución	25
Superficie del elemento constructivo en la que se aplica la solución (m2)	1
Resistencia térmica de la solución	4

12.5.5. Solución 5: Sistema de aislamiento por el exterior de la cubierta

Por último, evaluaremos una solución para aplicar en la cubierta desde el exterior mediante la incorporación de aislamiento termo acústico, formado por panel de lana mineral natural (LMN), semirrígido, no revestido, panel Plus (TP 138) "KNAUF INSULATION", de 60 mm de espesor, colocado entre rastreles de madera, fijado mecánicamente al soporte. Encontraremos los datos de la solución en la Tabla 12.5-5 y un detalle constructivo de la misma en la Ilustración 12.5-6.

Tabla 12.5-5 12.5-6 Datos de la Solución 5: aislamiento por el exterior de la cubierta. Fuente: elaboración propia y SESREB.I.C

Nombre de la solución	Aislamiento por el exterior de la cubierta
Descripción	Rehabilitación energética de cubierta inclinada con una pendiente media del 30% a más de 40 m de altura, mediante la incorporación de aislamiento termo acústico por el exterior de la cubierta, formado por panel de lana mineral natural (LMN), semirrígido, no revestido, panel Plus (TP 138) "KNAUF INSULATION", de 60 mm de espesor, colocado entre rastreles de madera, fijado mecánicamente al soporte; previo desmontaje de la capa de cobertura, con medios manuales y carga manual sobre camión o contenedor; barrera de vapor adherida al soporte, bajo el aislante; colocación de la impermeabilización sobre el aislante; y cobertura de teja cerámica mixta, 43x26 cm, color rojo, fijada con tornillos rosca-madera sobre rastreles de madera, formando una cámara de aire ventilada por encima del aislamiento.
Color del acabado de la solución	El de la teja cerámica, rojo.
Textura del acabado de la solución	Cerámica cocida mate
Espesor de la solución (m)	0,07
¿Afecta o modifica la apariencia del elemento constructivo actual?	Puede afectar
Composición química o tipo de material	Lana mineral Teja cerámica Rastreles de madera Lámina impermeabilizante de polivinilo
Modo de anclaje o fijación al elemento constructivo	Atornillado
Es un producto comercial, accesible, plazos de entrega, medios auxiliares, etc.	Es un producto comercial Es accesible y su comercialización está extendida. Disponibilidad del material. Necesita medios auxiliares
Coste económico de la solución (euros)	83,36
Si existen dificultades para su ejecución	En principio no debería haber dificultades excepcionales para su ejecución.
Mantenimiento de la solución	Revisar las tejas y zonas de encuentros una vez al año.
Coste energético de la solución (MJ/W)	Sin datos
Años que podría durar la solución	25
Superficie del elemento constructivo en la que se aplica la solución (m2)	1
Resistencia térmica de la solución	1,82



Ilustración 12.5-6. Infografía del detalle constructivo de la solución. Fuente: Generador de precios

12.6. Predicción de resultados

Para comprobar que es sistema funciona, sobre todo en lo que respecta a los requisitos de la catalogación, hemos elegido elementos concretos en CASOS muy específicos y soluciones que en teoría no deberían cumplir en algunos de los CASOS.

Como elemento de control tenemos las soluciones que se aplicaron al Monasterio de Retuerta (Monasterio 1), que serían la solución 1 y la solución 3, que deberían cumplir.

Tabla 12.6-1. Representación de las predicciones en cuanto a aceptación y rechazo de las soluciones a evaluar. Fuente: Elaboración propia

	Monasterio 1	Monasterio 2	Monasterio 3	
Muros	CASO1_OP_SR (exterior) CASO3_ONP_PO (interior)	CASO1_OP_SR	CASO1_OP_SR	Solución 1
Huecos	CASO4_NO_V	CASO4_NO_V	CASO4_NO_V	Solución 2
Suelos	CASO5_NO_O	CASO3_ONP_PO	CASO5_NO_O	Solución 3
Cubierta	CASO2_OP_RE (exterior) CASO3_ONP_PO (interior)	CASO3_ONP_PO (interior) CASO4_NO_V (exterior)	CASO4_NO_V (exterior) CASO5_NO_O (interior)	Solución 4
	CASO2_OP_RE (exterior) CASO3_ONP_PO (interior)	CASO3_ONP_PO (interior) CASO4_NO_V (exterior)	CASO4_NO_V (exterior) CASO5_NO_O (interior)	Solución 5

La solución 1 aplicada a los monasterios 2 y 3, no debería cumplir, puesto que se han seleccionado elementos en el CASO1_OP_SR por ambas caras y además son muros de piedra sin revestimiento, por lo que todo lo que no sea parecido no debería ser aceptado por el sistema.

Para la solución 2, hemos escogido un diseño de ventana muy simple, muy parecido al existente en Retuerta. Los tres elementos de los tres monasterios se encuentran en el mismo CASO, la diferencia aquí, radica en el diseño de la ventana, el material y color de la misma. En Retuerta debería cumplir, porque es muy similar a la existente. En el Monasterio de la Vid no debería cumplir, porque la carpintería existente es de otro color y material. En Santa María la Real no debería cumplir, porque aunque es un color y material similar el diseño es diferente por lo que la apariencia del conjunto cambiaría.

Para los suelos, la solución del suelo técnico, como ya hemos comentado debería cumplir para Retuerta. En el caso de la Vid, tenemos un suelo original pero podría ocultarse, por lo que debería cumplir. En el monasterio de Santa María la Real al tener un solado existente no original, debería cumplir sin problemas. Podríamos haber considerado, en el monasterio de Santa María la Real, que al ser un elemento que se encuentra dentro de la Iglesia, debería encontrarse en el CASO4_NO_V, y por tanto no cumpliría porque el suelo técnico es parecido al solado actual, pero no es igual y además cambiaría el volumen, pero lo cierto es, que la catalogación del edificio no hace mención a los interiores, sólo se pone énfasis en fachadas y huecos.

En la solución 4, deberíamos cumplir en los tres monasterios, dado que es una solución por el interior que quedaría oculta.

En la solución 5, si consideramos que la cubierta del monasterio de Retuerta se encontraría antes de la rehabilitación y sería original pero en mal estado, no debería cumplir, porque no cumpliría con el volumen. En el caso de la Vid, no cumpliría con el aspecto, ya que la existente es de pizarra. Por último, la cubierta de Santa María la Real sí debería cumplir, puesto que la existente es una cubierta nueva, pero la solución propuesta no rompe con la estética existente.

Hemos recogido en la Tabla 12.6-1, los resultados que esperamos en las evaluaciones. Hemos sombreado en verde las que prevemos que se aceptarán y en rojo las que no deberían salir aceptadas.

12.7. Aplicación del Sistema de Evaluación.

Hemos efectuado las 15 evaluaciones con SESREB.I.C. Para que la lectura sea más fluida, hemos recogido todas las evaluaciones en el anexo Aplicación del sistema de evaluación. En el mismo aparecen en primer lugar la evaluación de los indicadores de la catalogación. Aquellas soluciones que quedan descartadas, se interrumpe su evaluación y se adjunta la representación gráfica de los Indicadores CAT. Cuando las soluciones son aceptadas, además se evalúan el resto de los indicadores. Por último,

hemos realizado también la comparativa entre las soluciones 4 y 5 en aquellos monasterios en los que ambas fueron aceptadas.

12.8. Análisis de resultados.

Una vez evaluadas todas las soluciones, podemos concluir que se han cumplido las predicciones que habíamos recogido en la Tabla 12.6-1.

En general, hemos detectado que la herramienta no tiene problemas con la evaluación de los indicadores de catalogación. Aun así, hemos detectado otros problemas que nos han ayudado a mejorar su funcionamiento. A continuación pasaremos a exponer los conflictos encontrados y cómo los hemos solucionado.

a) Opción sin datos:

Cuando se evalúa un indicador, como el de "Respetuosa con el Medio ambiente" (ENE_02_rm), en algunas soluciones puede ocurrir que no dispongas de estos datos. Si se realiza la evaluación, antes la única opción era escoger entre (Alta, media y baja). Si se escoge una de ellas al azar, por ejemplo baja, realmente no se está evaluando correctamente la solución y podía suponer que al compararla con otras soluciones que sí que tuvieran datos, pudiese perjudicarla. Hemos añadido a todos los indicadores una cuarta opción (Sin datos) para solventar este problema.

b) Comparativas entre soluciones:

Al realizar las comparativas entre soluciones es donde han surgido más dificultades. Vamos a exponer a continuación como ejemplo la comparativa que hemos realizado entre la solución 4 y 5 en el monasterio 3.

		Solución 1	Solución 2
INDICADORES	Código	Puntuación	Puntuación
Color	CAT_01_co	1	2
Textura	CAT_02_te	1	2
Volumen	CAT_03_vo	1	2
Apariencia	CAT_04_ap	1	2
Compatibilidad	CAT_05_cm	3	3
Reversibilidad	CAT_06_re	3	2
Viabilidad técnica	REH_01_vt	3	2
Viabilidad económica	REH_02_ve	3	2
Facilidad de ejecución	REH_03_fe	3	2
Facilidad de mantenimiento	REH_04_fm	3	3
Mejora de la eficiencia energética	ENE_01_me	3	3
Mejora de la permeabilidad al aire	ENE_01_pa	0	0
Respetuosa con el Medio Ambiente	ENE_02_rm	1	0
Durabilidad	ENE_03_du	3	3
Totales		29	29

Ilustración 12.7-1. Comparativa entre las soluciones 4 y 5 para el monasterio 3. Fuente: SESREB.I.C

En la Ilustración 12.7-1, aparece la evaluación de los indicadores de las dos soluciones, como podemos ver, obtendrían la misma puntuación. Si observamos la Ilustración 12.7-2, la solución 1 (que en nuestro caso sería la 4), tiene una mejor valoración global que la solución 2 (en nuestro caso la 5). Pero si vemos las puntuaciones totales de la suma de los indicadores parciales, obtienen la misma puntuación. Esto se debe a que si sumamos la puntuación de los indicadores CAT, se desvirtúa el resultado, ya que en el caso de dichos indicadores no se valora más que tengan una mayor puntuación sino que cumplan con el patrón de cada CASO. Por tanto, vamos a eliminar las puntuaciones globales teniendo en cuenta la suma de los indicadores, además cuando no tenemos datos o el elemento es un hueco, también puede afectar a dicho cómputo global.

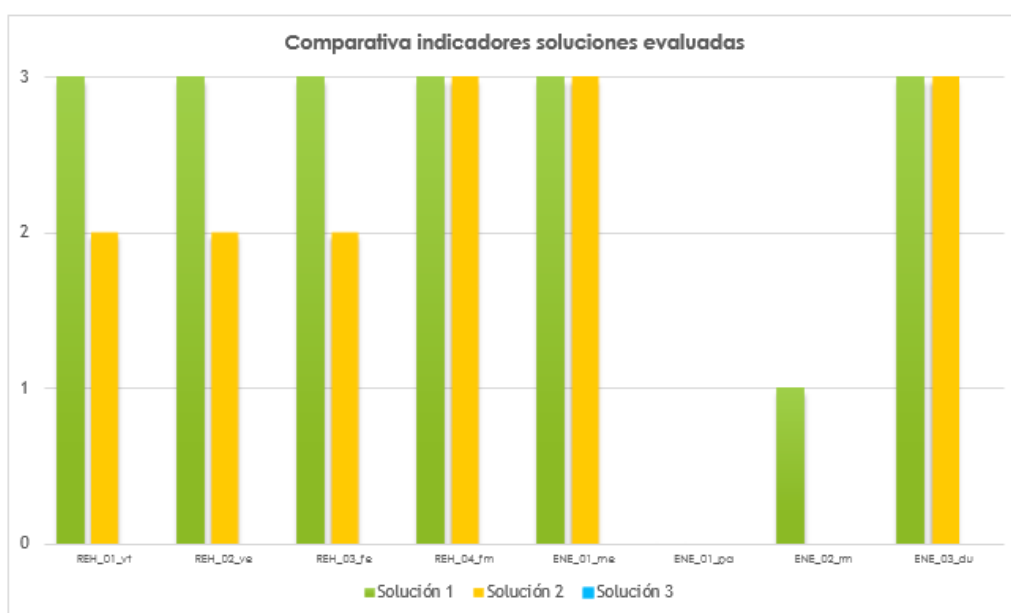


Ilustración 12.7-2. Representación gráfica de los indicadores ENE Y REH de las dos soluciones. Fuente: SESREB.I.C

Otro aspecto importante a destacar, ha sido que a la hora de comparar dos soluciones para la cubierta como eran aislar por el exterior y aislar el forjado del espacio abuhardillado, en realidad aunque son medidas que buscan mejorar la eficiencia energética en una misma zona, se aplicarían sobre dos elementos diferentes, por lo que como estaba diseñada la herramienta, no podían compararse, ya que la herramienta tiene la pestaña "datos del elemento constructivo" y las tres pestañas "datos solución" y aquí tendríamos realmente dos elementos. Para solucionar este problema hemos incluido en las pestañas de solución 2 y 3, una tabla para poder introducir los datos del elemento, de forma que podamos comparar soluciones en elementos diferentes. La hemos enmarcado en rojo en la Ilustración 12.7-3.

Este paso, es importante, ya que si queremos comparar por ejemplo dos soluciones como acristalar un claustro, con otra medida como pueda ser aislar el muro de la panda, si no hubiéramos incluido esta opción no podríamos compararlas. Por lo tanto,

no sólo podremos comparar medidas en un mismo elemento, sino también en elementos diferentes.

Datos de la solución a evaluar	
Nombre de la solución	
Descripción	
Color del acabado de la solución	
Textura del acabado de la solución	
Espesor de la solución (m)	
¿Afecta o modifica la apariencia del elemento constructivo actual?	
Composición química o tipo de material	
Modo de anclaje o fijación al elemento constructivo	
Es un producto comercial, accesible, plazos de entrega, medios auxiliares, etc.	
Coste económico de la solución (euros)	83,36
Si existen dificultades para su ejecución	
Mantenimiento de la solución	
Coste energético de la solución (MJ/W)	sin datos
Años que podría durar la solución	
Superficie del elemento constructivo en la que se aplica la solución (m2)	1
Otros datos	
Transparencia total del elemento rehabilitado (U _{eqv})	0,44
Porcentaje de reducción de pérdidas de	81,43459916

Exigencias CTE	
CASO (cuando sea diferente al inicial)	
CASO4_NO_V	

Ilustración 12.7-3. Imagen sacada de la pestaña datos de la solución constructiva 2 en SESREB.I.C Fuente: SESREB.I.C

También hemos eliminado de la pestaña “comparativa” la representación gráfica del patrón del CASO con la solución en el gráfico de los indicadores CAT, ya que como hemos podido comprobar, podemos tener un mismo elemento en el que según la cara del elemento en la que apliquemos la solución se encuentre en un CASO y otro, por lo que no tenía sentido.

12.9. Conclusiones.

Una vez evaluadas las soluciones en el banco de pruebas, analizados los datos, detectados los conflictos e introducidas las nuevas mejoras, queda comprobar si hemos cumplido los objetivos que expusimos en la Tabla 12.1-1.

a) Comprobar que podemos evaluar soluciones para todos los tipos de elementos.

Hemos realizado simulaciones con los cuatro tipos de elementos característicos y en todos los casos ha sido posible realizar la evaluación de la solución.

b) Confirmar que la evaluación de las soluciones con respecto al cumplimiento de su catalogación corresponde con los datos esperados.

Realizamos una tabla con los datos que preveíamos que debería dar como resultado SESREB.I.C y tras realizar todas las simulaciones, en todos los casos se cumplió la predicción. Además aportamos dos soluciones en uno de los monasterios que ha se

había realizado y habían sido aprobadas por la Comisión de Patrimonio, estas eran la solución 1 y 3 en el Monasterio 1, y estas soluciones también fueron aceptadas y confirmadas por el Sistema de Evaluación.

c) Corroborar que una misma solución puede ofrecer diferentes resultados si se aplica en otro edificio.

Para comprobar este objetivo, aplicamos las 5 soluciones en los tres monasterios, además hicimos combinaciones con que algunos elementos estuvieran también en el mismo CASO como en el elemento Hueco, y también obtuvimos diferentes resultados. Por lo tanto, podemos afirmar que es posible aplicar una misma solución en otro edificio, incluso estando en el mismo CASO y que obtengamos diferentes resultados.

d) Confirmar que podemos comparar soluciones.

Como ya hemos comentado, en principio el Sistema podía comparar soluciones siempre que se aplicaran en el mismo elemento, pero aparecieron conflictos en casos singulares como elementos que según la intervención pueda pasar de ser elemento de la envolvente a partición interior, etc. Tras realizar cambios en la herramienta y volver a realizar la comparativa con dos soluciones en dos elementos distintos, podemos afirmar que es posible comparar soluciones.

El realizar el banco de pruebas ha sido muy positivo para detectar conflictos y poder encontrar soluciones que mejoran su funcionamiento. Como consecuencia de esta retroalimentación, se modificarán ciertos aspectos en el capítulo 11, de tal forma que las conflictos que se detallan en este capítulo ya no aparecerán en el capítulo anterior.

Capítulo 13. Validación del Sistema de Evaluación

13.1. Introducción.

En este capítulo vamos realizar la validación del sistema de evaluación mediante su aplicación a una serie de soluciones constructivas que se han llevado a cabo para proceder a la rehabilitación de un caso real y, las cuales y dado el carácter de bien cultural del edificio objeto de análisis, han debido ser aprobadas por la comisión de patrimonio correspondiente. Como se indica en la denominación del Capítulo, en primer lugar el análisis servirá como ejemplo de aplicación del sistema en un caso real; y en segundo lugar, nos permitirá comprobar que el sistema utiliza para la evaluación de las soluciones constructivas los mismos criterios que se establecen en la catalogación y que han sido aprobados por la comisión de patrimonio.

La intervención que nos servirá de ejemplo para la validación del modelo es "RESTAURACIÓN DE CUBIERTAS DE LOS PATIOS DEL COLEGIO ALFONSO XII EN EL MONASTERIO DE EL ESCORIAL" que ha sido una obra adjudicada por el Consejo de Administración de Patrimonio Nacional.

Hemos escogido esta intervención porque:

- se realiza en un edificio reconocido,
- las intervenciones podrían considerarse de rehabilitación energética,
- las unidades de obra son muy concretas lo que nos posibilita realizar una exposición más clara y concisa,
- son un tipo de intervenciones muy comunes en este tipo de edificios,
- es una obra actual, ya que concluye en Julio de 2017,
- también servirá para explicar una paradoja que se produce en muchas intervenciones de este tipo en las que deben enfrentarse criterios patrimoniales y de eficiencia energética,
- Por último, usaremos un monasterio que no pertenece al monacato (benedictinos, cistercienses, cartujos y premostratenses) para justificar que el modelo de evaluación es posible aplicarlo en otros monasterios incluidos en la base de datos BAMC que no pertenecen a la muestra inicial

13.2. Datos de partida.

Como ya hemos mencionado, el edificio es El Monasterio de El Escorial, situado en San Lorenzo de El Escorial en la Comunidad de Madrid. Se trata de un monasterio originariamente jerónimo, mandado construir por Felipe II.

El Real Sitio de San Lorenzo de El Escorial, constituido por el ámbito delimitado por la Cerca Histórica de Felipe II, posee la máxima protección al tratarse de un Bien de Interés Cultural con la categoría de Sitio Histórico (incoado el 13/12/2004 y declarado según Decreto 52/2006, de 15 de junio, BOCM de 21/06/2006).

La intervención a la que hacemos referencia se está llevando a cabo actualmente en el cuadrado noroeste de la traza universal de Juan Bautista de Toledo y que fue destinado, desde su origen, para ser ocupado por dependencias dedicadas a la enseñanza. En la actualidad el Colegio Alfonso XII, regido por la Orden de San Agustín desde 1885, supone el reflejo de la vigencia y mantenimiento del programa de usos planteado hace 450 años por el monarca y su arquitecto. En el proceso constructivo del Monasterio de El Escorial, la parte de la edificación que nos ocupa, se corresponde con el tramo final de las obras. Esta fase se realizó bajo la dirección de Juan de Herrera, ya que los patios del Colegio se acometieron durante 1581, conjuntamente con la fachada norte, finalizando la lucerna del colegio en 1582 (Sancho 2015).

En la Ilustración 13.2-1, hemos remarcado en azul la zona de la intervención, que como puede apreciarse corresponde a tres de los cuatro patios que ocupa el colegio, que ocupa las crujías que las conforman y situándose en el centro la lucerna, en simetría con la existente con el convento. Como decimos, de los cuatro patios, tres de ellos se encuentran vinculados a espacios docentes ocupados por aulas y despachos – en planta baja primera y segunda- y dormitorios y aulas en la planta tercera. El cuarto patio se destina a dependencias de servicio.

Hemos de señalar que la última reposición completa de la cobertura de estos faldones se llevó a cabo en el año 1991. En 2009, se realizó una obra de consolidación en los aleros de cantería, al apreciarse la existencia de fisuras y formación de placas que hacían prever riesgo de desprendimiento. Junto a dicha intervención se realizó un repaso de la cubierta, reponiendo las tejas de pizarra que faltaban y asegurando aquellas que tenían dañado su sistema de sujeción con el consiguiente riesgo de desprendimiento.

Fue precisamente durante esos trabajos cuando se constató la necesidad de realizar una reposición completa de la cobertura, obra que se concreta en este proyecto de restauración.

Durante la fase de toma de datos de la presente intervención, se constató que los faldones superiores se encuentran en buen estado, requiriendo únicamente la reparación de algunos elementos de las buhardas (principalmente baberos de plomo) y un repaso sobre el resto de la superficie.

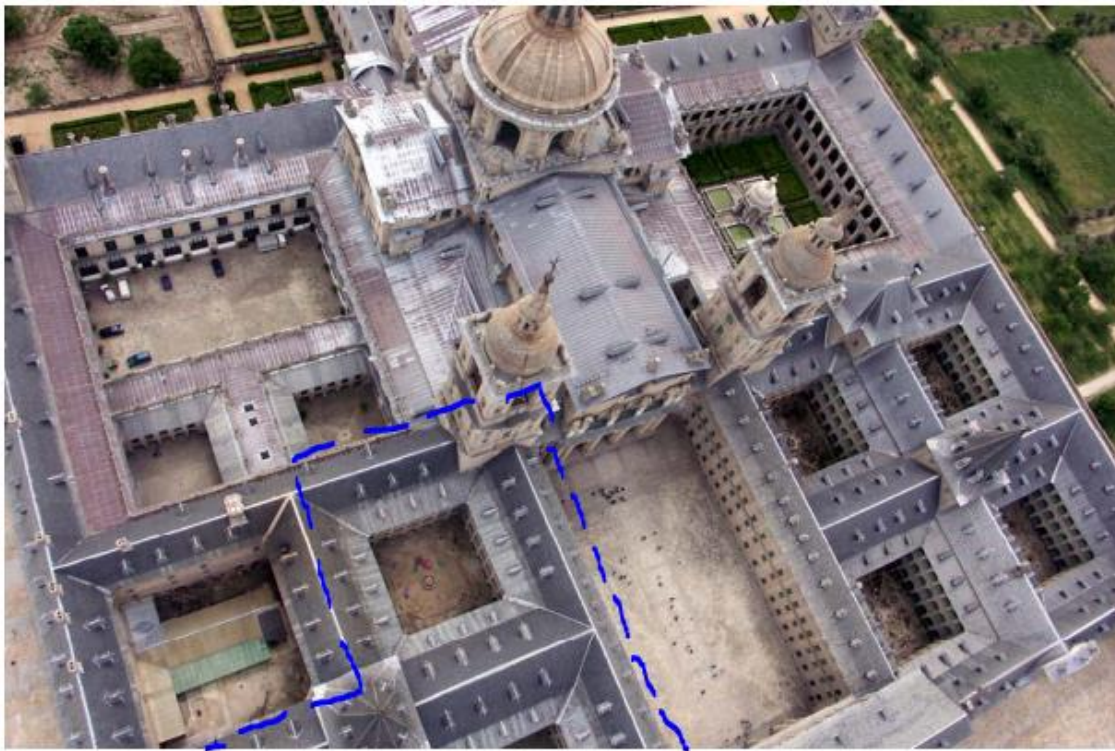


Ilustración 13.2-1 Vista aérea del monasterio. Fuente: Memoria descriptiva del proyecto de rehabilitación

En la intervención que estamos analizando se plantea restaurar el conjunto de elementos constructivos existentes, manteniendo su configuración original. Se pretende garantizar la estanqueidad de las cubiertas, recuperando la seguridad y estabilidad constructiva de su estructura, interviniendo tanto en los faldones bajos de los tres patios, como de forma puntual en los faldones superiores incluidas las buhardas.

13.3. Definición constructiva.

Los faldones objeto de este proyecto están conformados por armadura a base de pares de madera de una escuadría variable 10 cm x 16 cm, y luces aproximadas de 6,2 m, con separación o calle de alfardas de unos 40 cm, apoyados sobre durmientes. Sobre dicha estructura existe un enripiado de tabla de 20 mm. de espesor. La cobertura de pizarra de tipo "bernardos 40.15" está clavada a la tabla aunque también se dispone de ganchos de sujeción.

Con la finalidad de limitar interiormente el espacio en la zona de encuentro entre el faldón y el solado, existe un cerramiento de tabique registrable trasdosado con un material aislante. Entre pares se sitúan planchan de poliestireno extruido para dotar a la cubierta de aislamiento térmico, y por el interior se ha aplicado un acabado con enlucido de yeso, como puede apreciarse en la Ilustración 13.3-1.



Ilustración 13.3-1. Imagen del bajocubierta. Fuente: Memoria del proyecto de rehabilitación

Otra actuación que se ha llevado a cabo, ha sido el modificar de las carpinterías de las ventanas de las buhardillas existentes, en las que se han incorporado vidrios dobles con cámara de aire. Como puede comprobarse en la Ilustración 13.3-2., se trata de carpinterías de madera de dos hojas practicables y que en la actualidad disponen de vidrio simple monolítico



Ilustración 13.3-2. Detalle de ventana de buhardillas. Fuente: elaboración propia

13.4. Catalogación.

En primer lugar nos interesa saber cómo están recogidos en la catalogación los dos elementos sobre los que se va a actuar, cubierta y huecos. Para ello, comprobamos la ficha individual del catálogo de San Lorenzo de El Escorial (Ilustración 13.4-1), en la que podemos observar que el grado de protección de todo el edificio es integral, pero no se especifica nada acerca de elementos concretos.

CATALOGO DE BIENES PROTEGIDOS		Ficha: I-1	Hoja:
ELEMENTO:	MONASTERIO	Nº.Catastral:	
Dirección postal:	Paseo de Jose Antonio	Nº.Parcela	01
		Catas:	

LOCALIZACION	CARACTERISTICAS MATERIALES									
	Superf.Parcela 73.245 m² %Ocup. 67									
	Uso dominante DOTACIONAL									
	Estado Edific. BUENO									
	REGIMEN DEL SUELO									
	Clasificación SUELO URBANO									
	Calificación ZONA MONUMENTAL									
	GRADO DE PROTECCION									
	Edificación INTEGRAL									
	Parcela GLOBAL									
	Ajardinamiento ---									
Cerramiento ---										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DECLARACION</th> <th>Incoada</th> <th>Declarada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ley Patrimonio (BIC)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ley Esp.Naturales</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		DECLARACION	Incoada	Declarada	Ley Patrimonio (BIC)			Ley Esp.Naturales		
DECLARACION	Incoada	Declarada								
Ley Patrimonio (BIC)										
Ley Esp.Naturales										

Ilustración 13.4-1. Ficha individual del Monasterio del Escorial. Fuente: Catálogo bienes protegidos Ayuntamiento de San Lorenzo del Escorial

No obstante, el catálogo en su parte general, se especifica que en los edificios de grado protección integral sólo podrán hacerse intervenciones de mantenimiento, consolidación y recuperación. Para estos tipos de obras se obliga a no alterar la composición de los huecos, materiales, colores, texturas, usos existentes, etc. En el supuesto de elementos estructurales dañados, como es el caso que nos ocupa, permite su sustitución, pero siempre que no se alteren las características formales.

Por lo tanto en el caso de la cubierta de madera estaríamos en el CASO2_OP_RE, ya que existen elementos originales protegidos y se van a realizar sustituciones de elementos como tableros, vigas y pizarra. El catálogo dice que debemos conservar los aspectos estéticos existentes. En la Ilustración 13.4-2, se observa como la parte de los aleros superiores tiene la pizarra antigua y los aleros inferiores aparecen con otra pizarra que es la que se ha colocado en la intervención actual. Se trata de una pizarra parecida en cuanto tamaño y textura pero con un color parecido pero no igual, ya que se aprecia perfectamente la diferencia.

El bajo cubierta es habitable, formando parte de los pasillos de las habitaciones del internado, por lo que sus elementos son vistos. Las vigas y elementos de soporte que se han sustituido también estarían en el CASO2_OP_RE.



Ilustración 13.4-2. Estado reformado de las cubiertas de uno de los claustros del colegio. Fuente: elaboración propia

El siguiente elemento que estamos analizando se corresponde con la modificación de las carpinterías. En este caso, las carpinterías se encuentran en buen estado, por lo que el objeto de la intervención es mejorar su eficiencia energética sustituyendo por los vidrios simples por un acristalamiento tipo "Climalit", formado por dos vidrios float Planilux incoloros de 4 mm y cámara de aire deshidratado de 6 mm, con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral. Para fijar los vidrios a la carpintería se acuan mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales y sellado en frío con silicona neutra.

En este caso tendríamos una intervención CASO2_OP_RE, en la que se conserva la ventana original pero habría un cambio de vidrios, que aunque tienen un aspecto idéntico a los anteriores, su espesor y volumen global afecta a la carpintería. Además por la tecnología de un doble acristalamiento se puede deducir que no son los vidrios originales del edificio. El aspecto de la ventana, desde el exterior, sigue siendo idéntico, ya que no ha cambiado ni el color, ni la textura, ni el diseño, podríamos decir que ha cambiado el volumen al haber incorporado junquillos por el exterior, con lo que

sobresalen unos milímetros con respecto a los anteriores, pero realmente esto no afectaría al indicador de volumen porque estaríamos hablando de un incremento despreciable.

En la introducción hacíamos mención a una paradoja que se suele dar en este tipo de intervenciones en las que se pretende mejorar la eficiencia energética sin alterar el bien protegido. Pues bien, se trata del tratamiento que de las carpinterías se suele hacer en los catálogos. Existen ciertos Ayuntamientos, que exigen un determinado color para las carpinterías y que, incluso, a veces hacen referencia a un número de RAL o PANTONE, cuando estas se van a sustituir. En el caso que nos ocupa no se han modificado las carpinterías existentes, pero si hubiéramos tenido que sustituir alguna a causa de su mal estado, la comisión correspondiente podría haber exigido que, para que no desentonaran las nuevas con las existentes, tuvieran el mismo color. Esto, por otro lado, contradice a las leyes autonómicas sobre conservación patrimonial, ya que se especifica que no pueden mimetizarse los elementos nuevos de los antiguos. En ocasiones puede solucionarse cuando por ejemplo la ventana está muy alta o muy separada de las demás, utilizando un color muy parecido pero no idéntico. Otra solución que puede emplearse es utilizar el color idéntico por fuera y en interior realizar algún tipo de distinción para que la nueva no se confunda con la original. Esta es una de las razones por las que el modelo de evaluación ha dejado abierta la opción de aceptar una solución en el CASO2_OP_RE, cuando el elemento sustituido tenga el mismo volumen, color, apariencia, y textura, ya que si existe otra forma de diferenciarlo no estaríamos contradiciendo a la ley de patrimonio.

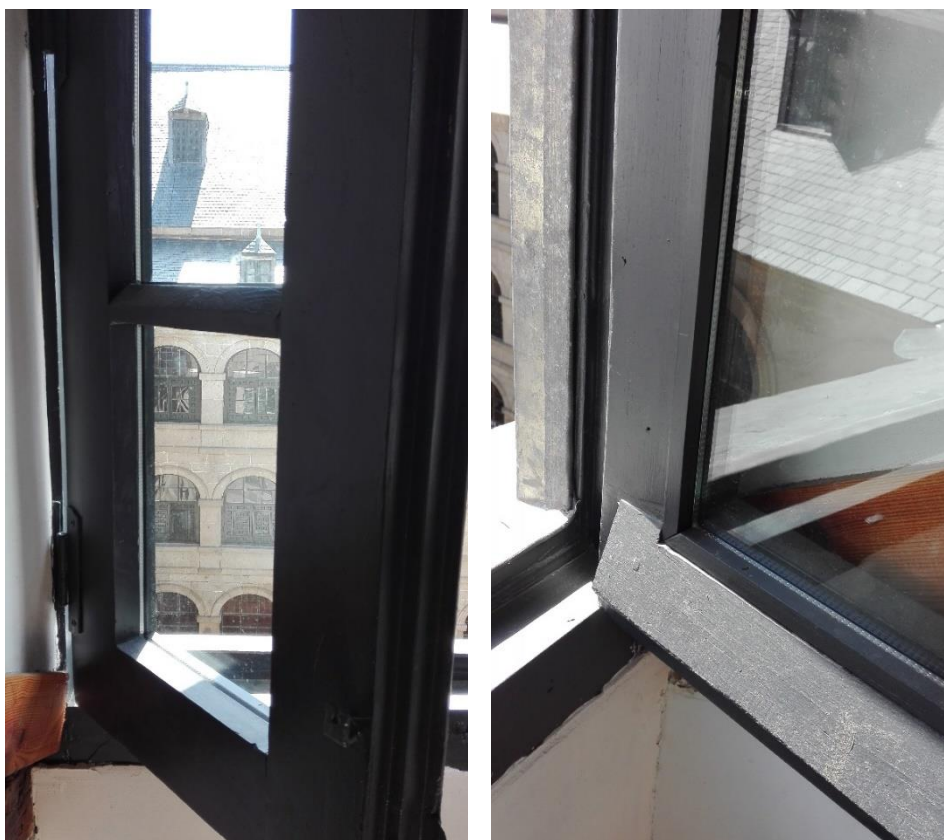


Ilustración 13.4-3. Detalles de las carpinterías modificadas ya con el nuevo acristalamiento. Fuente: Elaboración Propia

En la Ilustración 13.4-3, se observan detalles de las carpinterías ya modificadas con los nuevos vidrios. El color de las carpinterías que dan al exterior en el monasterio es un verde oscuro y por el interior son marrones como podemos apreciar en la Ilustración 13.4-4. En este caso la dirección facultativa optó por pintarlas por las dos caras del mismo color, de esta forma se diferencian del resto de carpinterías existentes en otras plantas y que no han sido rehabilitadas.



Ilustración 13.4-4. Detalle de ventanas en planta tercera que dan al claustro. Fuente: elaboración propia

13.5. Descripción de las soluciones de rehabilitación propuestas.

Procedemos ahora a analizar con el modelo las dos soluciones de rehabilitación energética que se han incorporado en esta intervención, la adición de una lámina aislante en la cubierta y el cambio de vidrios en las ventanas.

13.5.1. Solución para cubierta:

La solución por la que se ha optado en la cubierta es la incorporación de una lámina Aisrec A204, está compuesta por 2 capas de aluminio y una capa interior compuesta por una burbuja de polietileno. El espesor total es de 4 mm. En la Ilustración 13.5-1, podemos ver un detalle del espesor de la lámina y a la derecha, la presentación del producto en rollo.

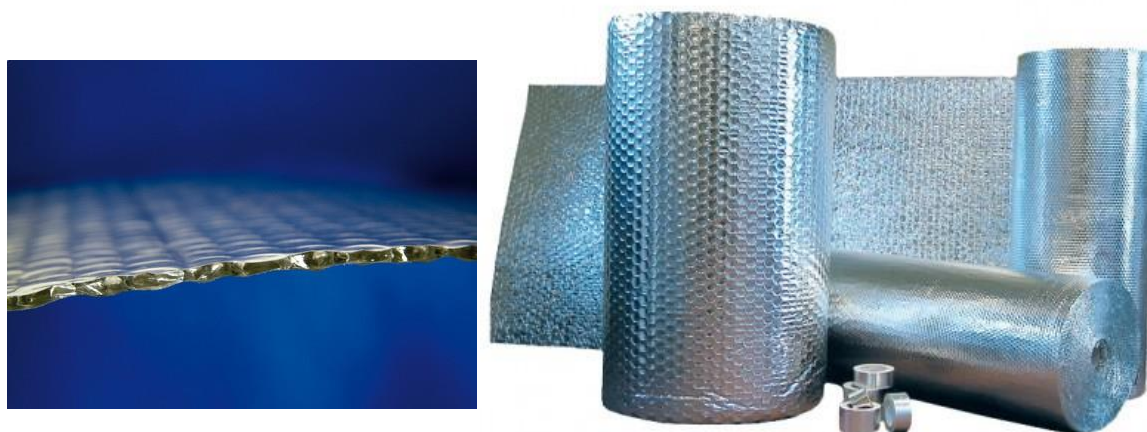


Ilustración 13.5-1 Detalles de la lámina Aisrec A240. Fuente: AISREC

Según su ficha técnica, el CSTB francés avala que este tipo de productos tienen un valor R que oscila entre 0,36 y 1,5 m² K/W. Con estos valores no se podría utilizar como único aislante, aunque sí como complemento de otro sistema de aislamiento de masa. Como en su ficha técnica no especifica el valor concreto y supone una variación importante, haremos los cálculos considerando el valor medio 0,85 m² K/W.

Si calculamos la transmitancia de la cubierta antes de la rehabilitación tendríamos:

Tabla 13.5-1. Composición de la cubierta actual y valor de su transmitancia. Fuente: Elaboración propia y CE3X

Composición de la cubierta actual	Transmitancia actual
Lajas de pizarra Bernardos 40.15 (6mm de espesor).	0,74 W/m ² K
Ripia de pino (2 cm de espesor).	
Poliestireno expandido (4 cm de espesor).	
Acabado en yeso (1 cm de espesor).	

El cálculo de la transmitancia tras la rehabilitación sería:

Tabla 13.5-2. Composición cubierta rehabilitada y transmitancia rehabilitada. Fuente: elaboración propia y CE3X

Composición de la cubierta actual	Transmitancia actual
Lajas de pizarra Bernardos 40.15 (6mm de espesor).	0,45 W/m ² K
lámina Aisrec A204 (4 mm)	
Lámina de alta permeabilidad al vapor de agua Eurotop de Fakro (1mm de espesor)	
Ripia de pino (2 cm de espesor).	
Poliestireno expandido (4 cm de espesor).	
Acabado en yeso (1 cm de espesor).	

13.5.2. Solución para carpinterías:

La solución para las carpinterías consiste en conservar las carpinterías existentes y cambiar los vidrios monolíticos de 5mm de espesor anteriores por acristalamiento Climalit, formado por dos vidrios float Planilux incoloros de 4 mm y cámara de aire deshidratado de 6 mm con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral. Las transmitancias son:

Tabla 13.5-3. Transmitancias de las ventanas antes y después de la rehabilitación. Fuente: Elaboración propia y CE3X

Transmitancia con vidrios monolíticos	Transmitancia con Climalit 4+6+4
4,3 W/m2K	2,86 W/m2K

13.6. Aplicación del sistema de evaluación.

13.6.1. Evaluación de la solución para cubierta:

Paso 1: Insertar los datos del elemento constructivo a intervenir

Cuando utilizamos SESREB.I.C. para evaluar la solución lo primero que debemos hacer es insertar los datos del elemento constructivo donde queremos aplicar la solución. Los datos serán donde se encuentra ubicado el elemento dentro del edificio, descripción del mismo, clima del CTE al que pertenece, espesor del elemento antes de la intervención, superficie total del elemento en metros cuadrados, CASO en el que se encontraría, tipo de elemento de los 4 posibles, transmitancia antes de la intervención y permeabilidad al aire en el caso de ser un hueco. En la Ilustración 13.6-1 vemos los datos para la intervención en la cubierta.

Datos del elemento constructivo a intervenir

Ubicación en el edificio	Cubierta
Descripción elemento	Cubierta inclinada a 60°, con cobertura de teja de pizarra Bernados de 40.15 clavada sin rastrel ni cámara de aire sobre tablero de ripia de 20 mm de espesor, apoyado sobre estructura de pares de madera. Entre pares poliestireno expandido de 4 cm y acabado en yeso.
Clima	D
Espesor del elemento (m)	0,076
Superficie del elemento (m2)	1435,00
Caso	CASO2_OP_RE
Tipo de elemento constructivo	CUBIERTA
Transmitancia del elemento	0,74
Permeabilidad al aire (m3/hm2)	No aplica

Ilustración 13.6-1 Datos del elemento constructivo a intervenir cubierta. Fuente: SESREB.I.C.

Paso 2: Datos de la solución a evaluar

La siguiente pestaña a cumplimentar en SESREB.I.C. es la referente a los datos de la solución que vamos a evaluar (Ilustración 13.6-2). En esta fase, asignaremos un nombre a la solución, una descripción, el color de acabado de la solución para saber si es como el actual o diferente, Textura del acabado una vez incorporada la solución, espesor del elemento más la solución, etc. El objetivo de esta tabla es tener todos los datos para luego poder aplicar los criterios en la evaluación.

Cuando aparece el coste económico de la solución, podemos elegir si queremos ponerlo en euros/m² o el coste total de aplicar toda la solución. Al ser una herramienta que ayuda a tomar decisiones, algunos de estos aspectos quedan abiertos al criterio del evaluador. Si por ejemplo está interesado en comparar soluciones con el precio por 1 metro cuadrado, podrá optar por esta opción, si lo que interesa es comparar soluciones por el coste total podrá utilizarse el precio total de aplicación de toda la solución. Lo importante es tomar la precaución de usar el mismo criterio para todas las soluciones, incluido si se aplica I.V.A., gastos indirectos, precio de medios auxiliares, etc.

Datos de la solución a evaluar

Nombre de la solución	Retejado y Lámina ASREIC 204
Descripción	lámina Aisrec A204, está compuesta por 2 capas de aluminio y una capa interior compuesta por una burbuja de polietileno
Color del acabado de la solución	Teja color parecido al anterior
Textura del acabado de la solución	Idéntico al anterior
Espesor de la solución (m)	0,081
¿Afecta o modifica la apariencia del elemento constructivo actual?	No, es muy similar
Composición química o tipo de material	teja, aluminio, polipropileno, madera de pino, poliestireno expandido
Modo de anclaje o fijación al elemento constructivo	Con clavos
Es un producto comercial, accesible, plazos de entrega, medios auxiliares, etc.	Sí, son productos que se encuentran en el mercado, para las tejas de pizarra será necesario hacer un pedido con un plazo aproximado de 15 a 21 días
Coste económico de la solución (euros)	307611,43
Si existen dificultades para su ejecución	Sí, habrá que montar andamios, el acarreo de materiales y desescombro puede plantear dificultades.
Mantenimiento de la solución	Será una intervención que habrá que mantener cada 10 años
Coste energético de la solución (MJ/W)	Sin datos
Años que podría durar la solución	15
Superficie del elemento constructivo en la que se aplica la solución (m2)	1435

Ilustración 13.6-2. Datos de la solución a evaluar extraídos retejado y AISREIC 204. Fuente: SESREB.I.C

Dentro de la misma pestaña, encontramos otra denominada “Otros datos” (Ilustración 13.6-3). En esta tabla incluiremos la transmitancia del elemento ya intervenido y la exigencia del CTE según el elemento y el clima. Las otras dos casillas, se autocompletarán solas. El porcentaje de reducción de pérdidas de energía hace referencia al tanto por ciento de ahorro de energía, con esta solución casi un 40% con respecto a lo anterior. El índice comparativo de viabilidad económica es un dato que nos servirá cuando queramos comparar varias soluciones, pues nos indica cuanto es el ahorro energético por cada euro invertido.

Ilustración 13.6-3. Tabla de otros datos para la solución retejado y AISREC 204. Fuente: SESREB.I.C.

Otros datos	
Transmitancia total elemento rehabilitado (Urev)	0,45
Porcentaje de reducción de pérdidas de energía	39,18
Exigencia CTE	40,00
Índice comparativo de viabilidad económica (Icve)	0,000127398

Paso 3: Evaluación de la solución

La siguiente pestaña es en la que se desarrolla el sistema de evaluación. Como podemos ver en la Ilustración 13.6-4, primero tendremos que seleccionar el CASO y el tipo de Elemento. Posteriormente debemos ir valorando cada indicador según los criterios descritos para la evaluación de cada indicador. Habrá que hacerlo en orden, es decir, primero los del Bloque CAT que son los referentes a la catalogación y después el resto de indicadores.

CASO	CASO2_OP_RE	Elemento	CUBIERTA
------	-------------	----------	----------

INDICADORES	Código	Valoración	Puntuación	Cumplimiento requisitos catalogación
Color	CAT_01_co	Parecido	2	cumple
Textura	CAT_02_te	Idéntico	3	cumple
Volumen	CAT_03_vo	Idéntico	3	cumple
Apariencia	CAT_04_ap	Parecido	2	cumple
Compatibilidad	CAT_05_cm	Compatible	3	cumple
Reversibilidad	CAT_06_re	Reversible	3	cumple
				solución aceptada
Viabilidad técnica	REH_01_vt	Media	2	
Viabilidad económica	REH_02_ve	Media	2	
Facilidad de ejecución	REH_03_fe	Media	2	
Facilidad de mantenimiento	REH_04_fm	Media	2	
Mejora de la eficiencia energética	ENE_01_me	Media	2	Seleccionar No aplica
Mejora de la permeabilidad al aire	ENE_01_pa	No_aplica	0	
Respetuosa con el Medio Ambiente	ENE_02_rm	Sin_datos	0	
Durabilidad	ENE_03_du	Media	2	

Ilustración 13.6-4. Evaluación de la solución retejado y lámina AISREC 204. Fuente: SESREB.I.C.

Cuando el indicador cumple con los requisitos mínimos establecidos para el CASO, aparecerá la leyenda “cumple”, en caso contrario aparecerá “no cumple”. Si uno de los indicadores “no cumple” la solución queda descartada. Si aparecen tres indicadores

en color ámbar, la solución aparece “aceptada condicional”, estaría descartada a menos que pudiéramos demostrar que la solución no se mimetiza con el original, en ese caso estaría aceptada.

En este caso la solución es aceptada y seguimos evaluando el resto de los indicadores.

En la misma pestaña, más abajo aparecerá la representación gráfica de los Indicadores CAT. En la Ilustración 13.6-5, vemos la solución representada sombreada en verde. La línea verde oscura sería los límites de los requisitos a cumplir para el CASO2_OP_RE. Vemos que los límites están dentro de la solución. Textura aparecía en ámbar en la evaluación y aquí lo vemos fuera de los límites.

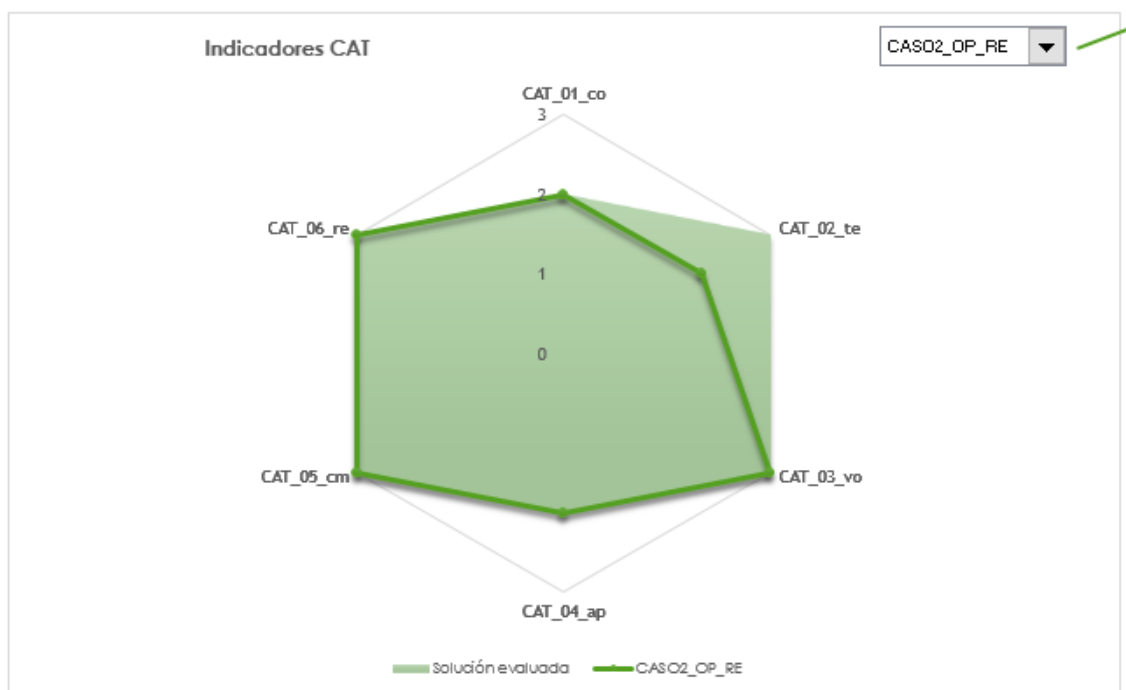


Ilustración 13.6-5. Representación gráfica de los indicadores CAT para la solución retejado y lámina ASREIC 204. Fuente: SESREB.I.C

La siguiente representación gráfica que encontramos es la de los indicadores REH y ENE (Ilustración 13.6-6). Esta gráfica nos permite ver todos los indicadores en conjunto para ver los puntos débiles y fuertes de la solución. En este caso podemos ver que la solución no destaca especialmente en ninguno de los campos, pero tampoco tiene valorado de forma negativa ninguno de ellos. Aparecen dos aspectos sin evaluar, uno es la permeabilidad del aire porque en este caso no es un hueco, y el otro es el indicador de respetuosa con el medio ambiente porque no teníamos datos por parte del fabricante.

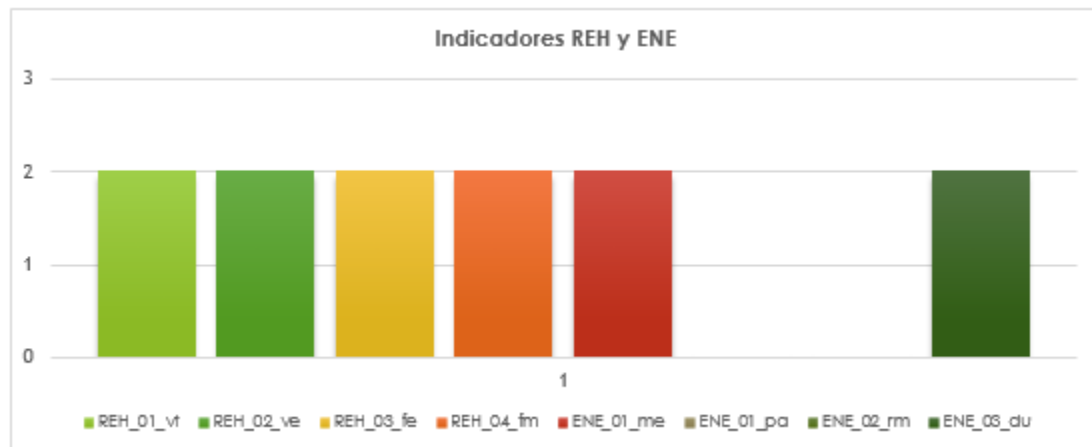


Ilustración 13.6-6. Representación gráfica de los indicadores REH y ENE para la solución retejado y AISREIC 204. Fuente: SESREB.I.C.

13.6.2. Evaluación de la solución para las carpinterías

Paso 1: Datos del elemento constructivo a intervenir

Seguiríamos el mismo proceso que hemos seguido con la anterior solución. En este caso sí tendríamos en cuenta la permeabilidad al aire al ser un hueco (Ilustración 13.6-7).

Datos del elemento constructivo a intervenir

Ubicación en el edificio	Carpinterías ventanas buhardillas
Descripción elemento	Carpinterías de ventanas de madera de pino pintada en verde oscuro en el exterior y en marrón claro en el interior, de dos hojas practicables con vidrios monolíticos de 4 mm de espesor
Clima	D
Espesor del elemento (m)	0,06
Superficie del elemento (m2)	49,68
Caso	CASO2_OP_RE
Tipo de elemento constructivo	HUECO
Transmitancia del elemento	4,3
Permeabilidad al aire (m3/hm2)	100

Ilustración 13.6-7. Datos del elemento constructivo a intervenir carpinterías ventanas buhardillas. Fuente: SESREB.I.C.

Paso 2: Datos de la solución a evaluar

En esta ocasión insertaríamos los datos de la nueva solución a evaluar. Nótese que en el caso del coste económico, al igual que en la solución anterior vemos el coste de las 36 ventanas y en los metros cuadrados, los metros cuadrados totales de todas las ventanas (Ilustración 13.6-8)

Datos de la solución a evaluar

Nombre de la solución	Cambio de vidrios
Descripción	Conservar las carpinterías existentes y cambiar los vidrios monolíticos de 5mm de espesor anteriores por acristalamiento Climait, formado por dos vidrios float Planilux incoloros de 4 mm y cámara de aire deshidratado de 6 mm con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral
Color del acabado de la solución	Por fuera el mismo, por dentro diferente
Textura del acabado de la solución	Idéntico al anterior
Espesor de la solución (m)	0,06
¿Afecta o modifica la apariencia del elemento constructivo actual?	No, es muy similar
Composición química o tipo de material	Vidrio
Modo de anclaje o fijación al elemento constructivo	Mediante junquillos y silicona
Es un producto comercial, accesible, plazos de entrega, medios auxiliares, etc.	Los vidrios se encuentra en el mercado, la modificación de ventanas puede ser algo más complicado
Coste económico de la solución (euros)	16659,90
Si existen dificultades para su ejecución	En principio no
Mantenimiento de la solución	Será una intervención que habrá que mantener cada 10 años
Coste energético de la solución (MJ/W)	Si datos
Años que podría durar la solución	25
Superficie del elemento constructivo en la que se aplica la solución (m2)	49,68

Ilustración 13.6-8. Datos de la solución a evaluar cambio de vidrios. Fuente: SESREB.I.C.

Igualmente cumplimentaremos la tabla otros datos (Ilustración 13.6-9)

Otros datos

Transmitancia total elemento rehabilitado (Urev)	2,86
Porcentaje de reducción de pérdidas de energía	33,48837209
Exigencia CTE	2,70
Índice comparativo de viabilidad económica (Icve)	0,002010118

Ilustración 13.6-9. Tabla otros datos solución cambio de vidrios. Fuente: SESREB.I.C.

Paso 3: Evaluación de la solución

Por último procedemos a evaluar la solución (Ilustración 13.6-10). En este caso dos indicadores aparecen en ámbar, pero la solución finalmente es aceptada.

CASO	CASO2_OP_RE	Elemento	HUECO
------	-------------	----------	-------

INDICADORES	Código	Valoración	Puntuación	Cumplimiento requisitos catalogación
Color	CAT_01_co	Parecido	2	cumple
Textura	CAT_02_te	Idéntico	3	cumple
Volumen	CAT_03_vo	Idéntico	3	cumple
Apariencia	CAT_04_ap	Idéntico	3	cumple
Compatibilidad	CAT_05_cm	Compatible	3	cumple
Reversibilidad	CAT_06_re	Reversible	3	cumple
solución aceptada				
Viabilidad técnica	REH_01_vt	Media	2	
Viabilidad económica	REH_02_ve	Media	2	
Facilidad de ejecución	REH_03_fe	Alta	3	
Facilidad de mantenimiento	REH_04_fm	Alta	3	
Mejora de la eficiencia energética	ENE_01_me	Alta	3	
Mejora de la permeabilidad al aire	ENE_01_pa	Poco_estanco	1	
Respetuosa con el Medio Ambiente	ENE_02_rm	Sin_datos	0	
Durabilidad	ENE_03_du	Alta	3	

Ilustración 13.6-10. Evaluación solución cambio de vidrios. Fuente: SESREB.I.C

Los indicadores CAT, aparecen representados en su gráfica correspondiente (Ilustración 13.6-11). Esta vez, tanto Textura como Apariencia salen fuera de los límites del patrón establecido para CASO2_OP_RE, por esta razón, aparecía en ámbar en la evaluación.



Ilustración 13.6-11. Representación gráfica indicadores CAT solución cambio de vidrios. Fuente: SESREB.I.C.

Por último, La representación de los indicadores REH y ENE (Ilustración 13.6-12). En esta ocasión el indicador ENE_01_pa aparece con valoración al tratarse de un hueco. Esta solución destacaría por su facilidad de ejecución y mantenimiento, además de por un gran potencial de mejora de la eficiencia energética y por su durabilidad.

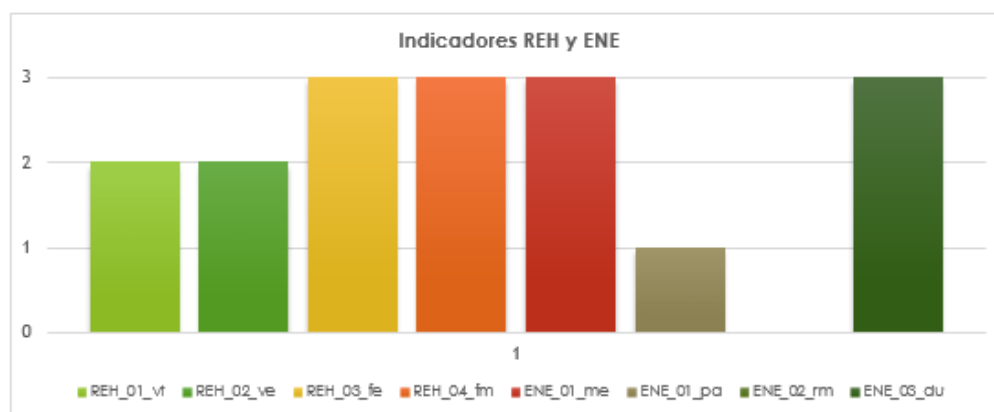


Ilustración 13.6-12. Representación gráfica indicadores REH y ENE solución cambio de vidrios. Fuente: SESREB.I.C.

13.7. Análisis de resultados y conclusión.

Como exponíamos en la introducción del capítulo, para validar el sistema de evaluación de soluciones de rehabilitación energética en Monasterios B.I.C. necesitábamos aplicarlo en un caso real y que además estuviera alejado de la tipología de monasterios que hemos utilizado para diseñar el sistema. Hemos podido comprobar que los resultados que ofrece la herramienta son los esperados por lo que podemos considerar que la aplicación del sistema es viable y fiable.

Además al emplear un ejemplo que no es premostratense hemos demostrado la viabilidad de aplicación en otros monasterios B.I.C.

Tras utilizar el sistema para evaluar dos soluciones que se han llevado a cabo en el monasterio en la actualidad, el sistema concluye que son soluciones aceptadas, por lo que cumplen con los requisitos prescritos para su catalogación. En la realidad, esto ha sido así y han sido aceptadas por la comisión de patrimonio territorial.

En el caso del retejado y la incorporación de la lámina AISREIC 204, observamos que es una solución aceptada. Aunque la pizarra utilizada es muy parecida a la anterior, de hecho proviene del mismo sitio, es un color ligeramente diferente, por lo que no se mimetiza. Se conserva prácticamente la misma altura existente porque el aislante sólo aumenta la altura en 4 mm. Sería una solución a tener en cuenta desde el punto de vista del ahorro energético, ya que la transmitancia del elemento rehabilitado sería $45 \text{ W/m}^2\text{K}$ y el límite que establece el CTE en este caso es de $40 \text{ W/m}^2\text{K}$ por lo que no llegaría al mínimo pero estaría mucho más cerca que antes. Hemos de tomar este dato con precaución, porque SESREB.I.C. no hace simulaciones energéticas, y habría más factores que podrían influir en este sentido, pero desde el punto de vista teórico sería un buen

dato. En general, la solución estaría en un término medio dentro del resto de los indicadores. Destacaría en mantenimiento, ya que la solución no necesitaría mucho mantenimiento.

En el caso del cambio de vidrios, también tendríamos una solución aceptada. El valor de la transmitancia bajaría de 4,3 a 2,86 W/m² K, sigue sin cumplir el requisito de 2,70 W/m² K que establece el CTE pero se acerca bastante. En esta ocasión como la ventana seguía siendo la misma, sólo se cambiaban los vidrios, la solución no cambiaba en apariencia o textura, sí que cambiaba en color porque se optó por el mismo color por fuera pero se cambió el color de dentro, por eso optamos por poner parecido. Podríamos haber realizado la evaluación de tres formas diferentes con igual resultado:

- Color, textura y apariencia idénticas= solución aceptada condicional y justificar el cambio de color por dentro.
- Color y textura idénticas y apariencia parecida= solución aceptada.
- Color parecido y textura y apariencia idénticas=solución aceptada.

Esto implica que aunque el sistema es una herramienta objetiva, dependerá a veces de la interpretación del evaluador sobre ciertos hechos que pueden ser subjetivos para la toma de decisiones final. Esto se debe principalmente a que las definiciones de los catálogos de protección del patrimonio suelen ser muy abiertas y en ciertos casos ambiguas. De este hecho surge la complejidad del sistema de evaluación. Como dato positivo, podemos decir que el sistema nos permite dentro de esa posible interpretación subjetiva de los hechos, que al final la evaluación sea la misma.

Capítulo 14. Conclusiones y futuras vías de investigación

Nuestro principal objetivo en esta tesis era proponer un sistema de valoración de soluciones de rehabilitación energética para aplicarlo a la tipología constructiva del monasterio Bien de Interés Cultural, que no se fundamentara exclusivamente en el aspecto económico y el energético, sino que también incluyera los indicadores necesarios para respetar protección del edificio. Además de implementarlo en una herramienta simplificada para evaluar pros y contras en la toma de decisiones con respecto a la aplicación de soluciones de rehabilitación energética en monasterios B.I.C.

Para ello establecimos una serie de objetivos secundarios que hemos ido desgranado a lo largo del desarrollo de la investigación.

En este sentido ha sido necesario conocer las restricciones que, en la actualidad, afectan de manera general a las intervenciones en materia de rehabilitación energética a los monasterios que están catalogados como Bien de Interés Cultural (BIC), por lo que ha sido preciso analizar el marco normativo que afecta a este tipo de intervenciones, tanto desde el punto de vista de los métodos y procesos de catalogación y protección, como en lo referente a los criterios que debe ser considerados para conseguir la mejora de la eficiencia energética de los edificios.

En concreto, desde la óptica de los procesos de la catalogación, hemos constatado que, a pesar de que existe cierta ambigüedad a la hora de representar aquellos aspectos concretos del edificio que deberían protegerse, existe homogeneidad entre los criterios de intervención tanto a nivel nacional como a nivel autonómico. Este aspecto, ha facilitado que posteriormente hayamos podido establecer una estrategia de toma de decisiones y una elección de indicadores que pudieran cumplir con las exigencias de todas las comunidades autónomas.

En cuanto a la normativa en materia de eficiencia energética, cuando se inició la investigación, el marco normativo existente establecía que “los edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico”, estaban exentos del cumplimiento de la normativa relativa a la certificación energética de edificios. Aun así, parte de la justificación de esta tesis, residía en que aunque no era obligatorio, cuando se decidía realizar una intervención en esta línea, existían dificultades a la hora de valorar las diferentes soluciones alternativas, al tener que utilizar multicriterios que manejan matices patrimoniales y aspectos energéticos. Por lo tanto era necesario disponer de herramientas que ayudaran a la selección de las soluciones técnicas adecuadas, ya que una solución favorable desde el punto de vista energético, puede devaluar, o incluso anular, la valoración del edificio como BIC. Por otro lado, también parecía apropiado adelantarnos al hecho de que en un futuro este certificado también sería

obligatorio. Finalmente, justo en junio de 2017, este marco normativo ha cambiado y con la entrada en vigor del Real Decreto 564/2017 (Ministerio de la Presidencia y para las administraciones territoriales 2012) se establece que quedan excluidos "edificios protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, siempre que cualquier actuación de mejora de la eficiencia energética alterase de manera inaceptable su carácter o aspecto, siendo la autoridad que dicta la protección oficial quien determine los elementos inalterables". Para poder cumplir con esta sentencia, será necesario o bien realizar el certificado energético aportando en las medidas de mejora aquellas soluciones que no alteren estos valores patrimoniales; o bien, justificar mediante alguna herramienta o procedimiento, que cualquier medida de mejora afectaría a la catalogación del edificio para no realizar el certificado. De una forma u otra la existencia de herramientas que ayuden al cumplimiento de la norma serán esenciales.

También se han podido analizar, a lo largo de la investigación, algunas intervenciones llevadas a cabo con fines de mejora energética, en edificios catalogados BIC. En este aspecto, hemos llevado a cabo una búsqueda y realizado un análisis de las herramientas y sistemas de evaluación existentes en la actualidad en el ámbito nacional. Hemos llegado a la conclusión de que existen sistemas de evaluación de soluciones de rehabilitación energética bastante adecuados, pero ninguno de los estudiados hace referencia o recoge los criterios que serían necesarios para evaluar soluciones que serían implementadas en edificios con una protección integral. Además no existe ninguna herramienta o sistema que se centre en Monasterios B.I.C., por lo que hemos constatado que existía un vacío en este sentido. Además hemos estudiado casos de rehabilitaciones energéticas llevadas a cabo en monasterios B.I.C. y con el estudio de las mismas, hemos comprobado que es posible realizar rehabilitaciones energéticas en este tipo de edificios, manteniendo su carácter de bien cultural, ya que las soluciones propuestas en los proyectos de intervención han sido ratificadas por las comisiones de patrimonio territoriales correspondientes, por lo que es un tipo de intervenciones que, a pesar de no ser obligatorias, si se estaban llevando a cabo. En esta línea, hemos podido constatar que la mayor parte de estas intervenciones se centran mucho en el cambio de instalaciones de los edificios y en menos grado en la mejora de la envolvente, por lo que nos pareció importante profundizar en este campo que está menos desarrollado.

En lo referente a la tipología constructiva hemos llevado a cabo un estudio de los monasterios desde el punto vista morfológico, histórico, funcional y además teniendo en cuenta el carisma de las órdenes fundadoras, hemos establecido diferencias y similitudes para comprobar si se trataba de una tipología constructiva homogénea o no. Como conclusión de este estudio, hemos podido corroborar que aunque existen algunas diferencias entre órdenes, todas ellas tienen una serie de elementos básicos que se repiten y se articulan alrededor del claustro, por lo que podemos afirmar que es una tipología fácilmente reconocible y homogénea, y las soluciones de rehabilitación validadas para un monasterio serán, en un porcentaje muy elevado, válidas para otro edificio con igual función, independientemente de la orden creadora del mismo.

En relación con el punto anterior hemos de reseñar que se ha llevado a cabo un análisis muy completo en relación con los monasterios declarados B.I.C., a pesar de que no existía ninguna base de datos fiable y completa de la que pudiéramos obtener los atributos o variables que necesitábamos para establecer el alcance de la investigación. En este aspecto hemos de reseñar que solamente existe un listado generado por el Plan

Nacional de Abadías, Monasterios y Conventos (IPCE 2011), por lo que ha sido preciso realizar una base de datos propia, investigando uno por uno los más de 500 edificios que aparecían en el listado, con la única información de su nombre y ubicación. La realización de esta base de datos, además de ayudarnos a establecer el alcance, ha servido para conocer de primera mano todas las tipologías, materiales constructivos, situaciones en cuanto a conservación, usos, etc. cosa que ha sido muy importante para poder tener una visión global de la tipología y su situación actual. Esta base de datos se ha implementado en Access de tal forma que pueda ser consultada y utilizada para futuras investigaciones.

Durante el desarrollo de la investigación también hemos procedido a estudiar la tipología constructiva, de manera que, una vez realizada la base de datos, pudimos establecer los elementos constructivos característicos de los monasterios. Para su análisis se han dividido en cuatro: muros, huecos, suelo y cubiertas. De ellos hemos descrito las tipologías recurrentes en los monasterios, así como los materiales utilizados. También se ha incluido en este estudio el claustro, ya que sin ser un elemento constructivo, supone un espacio constructivo y arquitectónico característico de esta tipología constructiva.

En cuanto al comportamiento térmico de los monasterios, se ha llevado a cabo un proceso para establecer, de forma individual, cómo se comportan cada uno de los elementos constructivos característicos, así como las estrategias bioclimáticas utilizadas, y la situación con respecto al cumplimiento de los requisitos establecidos por el CTE. En este aspecto podemos concluir que aunque en general son edificaciones que por su antigüedad constructiva están alejadas del cumplimiento de los requisitos mínimos del CTE, por su ubicación y disposición de estancias, se trata de construcciones que disponen de un gran margen para aplicar las propuestas de mejora. Además con la mejora que actualmente ha alcanzado la tecnología de los materiales no podemos descartar que, más adelante, puedan funcionar desde punto de vista del comportamiento térmico como los edificios de nueva construcción. En este sentido, hemos encontrado que existe una disonancia entre los datos sobre las transmitancias recogidos en los estudios de campo de algunas investigaciones, como los valores teóricos que se establecen en las herramientas informáticas de simulación y bases de datos de certificación. La forma de construir este tipo de edificios, al no cumplir con el estándar de las herramientas de evaluación energética, hace que sea muy difícil estimar valores transmitancia de forma teórica, por lo que en estas intervenciones sería muy importante poder realizar mediciones in situ. Aun así, hemos establecido algunos valores para que sirvan de orientación, pero hemos de dejar constancia que, en este aspecto, no se puede hacer una aplicación generalizada para este tipo de construcciones.

Un aspecto que hemos considerado importante en el proceso de investigación ha sido la clasificación de los requisitos que deben cumplir los monasterios en relación con su catalogación como bien de interés cultural. Por ello, para poder diseñar el sistema de evaluación, hemos estudiado tanto la normativa nacional como autonómica y hemos consultado varios catálogos de los ayuntamientos, para poder establecer unos indicadores que recogieran los requisitos mínimos establecidos en todos ellos. Finalmente, hemos conseguido mediante seis indicadores aglutinar los aspectos más relevantes a tener en cuenta en una intervención en un edificio protegido.

Además, hemos tenido que definir otro parámetro que hemos llamado CASO, que recoge la situación del elemento característico desde el punto de vista de su protección y su estado de conservación. De esta forma, podemos tener en cuenta las diferentes causalidades y excepciones que recoge el marco normativo en materia de protección de patrimonio. La introducción del mismo nos ha permitido poder establecer una correlación entre los requisitos de la catalogación y los indicadores CAT.

Otro de los aspectos desarrollados en la investigación ha sido la realización de una comparativa de las soluciones que se suelen utilizar en rehabilitación energética de edificios existentes con la finalidad de implementar estas soluciones en los monasterios B.I.C. Para ello ha sido preciso describir las soluciones técnicas para la rehabilitación energética y en cada una de ellas, argumentar la posibilidad o no de su implementación en esta tipología así como otros aspectos relevantes de las mismas.

Para la validación del sistema hemos escogido dos procedimientos. Por un lado, hemos realizado un banco de pruebas utilizando tres monasterios que permanecían independientes a la muestra inicial, en este caso, pertenecientes al monacato, Bien de Interés Cultural y habitables. Con esto lo que se pretendía era revisar que el sistema implementado en la herramienta SESREB.I.C. funcionaba correctamente para todos los CASOS y elementos y además podíamos realizar comparativas. La utilización del banco de pruebas nos ha servido para detectar errores y poder mejorar la herramienta. Una vez realizada la primera validación de forma afirmativa, utilizamos un caso real para validar el sistema de evaluación. En este caso, optamos por una intervención en el Monasterio del Escorial, monasterio jerónimo, que estaba fuera de la muestra inicial para la que habíamos diseñado el sistema. Tras la evaluación de las soluciones que se habían llevado a cabo en dicho monasterio, pudimos comprobar que el sistema las validaba y que por tanto, también sirve para evaluar monasterios fuera de la muestra inicial (benedictinos, cartujos, cistercienses y premostratenses).

Con respecto a las conclusiones relacionadas con el sistema de evaluación diseñado podemos reseñar:

- a) Se trata de una herramienta de fácil aplicación, ya que se ha diseñado una metodología de uso bastante sencilla de usar y además se ha creado una herramienta implementada en una sencilla hoja de cálculo. La herramienta también es de fácil actualización, ya que los rangos establecidos en los criterios pueden modificarse fácilmente si hiciera falta y además podrían incluirse más indicadores llegado el caso.
- b) Se trata de un modelo que recoge los elementos constructivos que hemos definido para la tipología constructiva de monasterios: muros, cubiertas, suelos y fachadas. Y para estos elementos se han incluido parámetros específicos en algunos de los indicadores dependiendo del elemento a intervenir.
- c) Se han incluido indicadores específicos como reversibilidad, aspecto, color, volumen, textura y compatibilidad. Además hemos priorizado los indicadores según el caso para que la solución sea aceptada sólo cuando se cumplan unos requisitos mínimos establecidos.
- d) Hemos procedido a realizar una evaluación final del sistema, habiendo obtenido una solución que permite, en primer lugar, aceptar o descartar la

misma, según el cumplimiento o no de los requisitos de la catalogación. En el caso de que cumpla los requisitos, puede seguir evaluándose la solución desde otros aspectos como por ejemplo los indicadores ENE y REH. Si la solución no cumple los requisitos fijados, la evaluación final aparece como "solución descartada".

- e) Por último indicar que es posible comparar las soluciones por diferentes métodos: Por comparativa de puntuaciones totales, por comparativa de índices y por comparativa de índices específicos como el porcentaje de pérdidas y el índice comparativo de viabilidad económica. Además podemos comparar soluciones en diferentes elementos y en diferentes CASOS.

Por todo lo anterior podemos concluir que con el sistema de evaluación de soluciones de rehabilitación energética en monasterios B.I.C., facilitamos al proyectista el comprobar si una solución cumplirá con los requisitos establecidos en la protección del edificio, de tal forma que sirva tanto para validar y comparar como para descartar, ya que si una solución es muy rentable "a priori", pero no respeta los elementos catalogados del edificio, no tendrá sentido incluirla en programas de simulación energética, etc.

Aunque podemos afirmar que hemos cumplido tanto con el objetivo principal como como los específicos nos gustaría destacar que han existido algunas dificultades al diseñar el sistema de evaluación. Una de ellas ha sido la gran heterogeneidad de los formatos de presentación de los catálogos por parte de los Ayuntamientos. A veces son tan poco concretos que cuesta saber que está y que no está catalogado.

En cuanto al diseño de los indicadores, ha resultado especialmente complicado el diseño del denominado Respetuoso con el Medio Ambiente. Existe una infinidad de criterios para definir este aspecto: que el material sea reciclado, que sea reciclable, que se considere solo la energía consumida durante su fabricación, que se tenga en cuenta el transporte. Las pocas casas comerciales que se animan a aportar este tipo de datos, los hace cada una de una forma y no queda demasiado claro de dónde sacan la información o qué procesos están incluyendo. Del mismo modo encontramos muchas contradicciones entre artículos científicos, datos de tesis, y bases de datos de Universidades. Hemos optado por elegir el coste de la energía de fabricación, con la esperanza de que más adelante se pueda hacer de forma más detallada e incluso ampliar con más indicadores, de tal forma que por ejemplo podamos decir si la solución es reciclable, o proviene de la reutilización de otros materiales, tiene un sello específico, etc.

Un dato importante a destacar, es que el sistema evalúa principalmente que las soluciones cumplan o no con la catalogación, pero no evalúa consumos ni comportamientos energéticos, ya que lo que pretende el sistema es que el proyectista pueda elegir unas soluciones concretas para luego incluirlas en las simulaciones ya sabiendo que la solución en principio cumple desde el punto de vista de la catalogación. Es parecido a cuando consultamos una solución de rehabilitación energética en una guía o un catálogo, aparecerán datos orientativos en cuanto a precios, transmitancias, facilidad de ejecución, mantenimiento, etc. pero aplicado en uno u otro edificio, son datos que podrían variar, sólo sirven de forma orientativa para elegir entre varias soluciones. Por lo tanto, será necesario que en cada caso

complementemos el uso del sistema con otra herramienta que nos pueda simular energéticamente la solución.

Otra dificultad que encontramos al principio fue la de la falta de datos sobre el estado actual de los Monasterios, lo que hizo que elaboráramos una base de datos sobre monasterios que también incluía abadías y conventos, que sin ser un objetivo específico de la tesis, ha sido una herramienta muy útil para conocer de primera mano el estado de los mismos, problemática, soluciones, dificultades, semejanzas y diferencias.

En cuanto a las vías de investigación futuras, se abren principalmente tres campos de investigación en este caso:

- Seguir este mismo procedimiento en el resto de las tipologías B.I.C. como castillos, palacios, iglesias, etc. de forma que podamos recoger en la misma herramienta todos los edificios B.I.C. Aunque como ya hemos indicado posiblemente la herramienta podría utilizarse para todas las tipologías ya que prácticamente todas ellas tendrán: muros, cubiertas, suelos y huecos. Sería conveniente realizar un estudio pormenorizado para poder incluir posibles excepciones o singularidades.
- Un segundo campo muy interesante, sería el de incluir los indicadores expuestos en este trabajo y el sistema de toma de decisiones en las herramientas de certificación energética para poder incluir los edificios protegidos. De esta forma, al realizar el certificado, podríamos evaluar el comportamiento energético del edificio y cuando se implantaran las medidas de mejora, que el software utilizara los criterios desarrollados en esta tesis para seleccionar las posibles soluciones a implementar. De esta forma, podría cumplirse la reciente normativa de hemos citado sobre certificación energética y además, supliría las carencias en cuanto al cálculo de la mejora energética que actualmente tiene el sistema de evaluación.
- Como última línea de investigación, destacar un aspecto que ya recogimos en la tesis, y es que en este caso el sistema evalúa soluciones relativas a la envolvente, por lo que ampliar el sistema de evaluación a las soluciones relativas a las instalaciones, sería sin duda una forma de completarlo.

Capítulo 15. Bibliografía

15.1. Bibliografía

- (IEA), A.I. de la E., 2014. *Key World Energy Statistics 2014*, París. Available at: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2014.pdf>.
- AENOR, 2017. UNE-EN 12207:2017. Norma Española Ventanas y puertas Permeabilidad al aire Clasificación. , p.10.
- Adam, J.-P., 1996. *La construcción romana, materiales y técnicas* A. et J. P. E. de los Oficios, ed., León.
- Alba Ingenieros Consultores, 2015. *Renovar para consumir menos energía Rehabilitación energética de edificios y viviendas* Madrid Ahorra energía, ed., Madrid: Fenercom. Available at: www.madrid.org [Accessed April 23, 2017].
- Andrés González, P. 1971-, 2005. *Monasterio de Santa María de Retuerta : guía breve*, Edilesa. Available at: <https://www.edilesa.es/producto/monasterio-de-santa-maria-de-retuerta/> [Accessed June 23, 2017].
- Antón, B., 2014. El Monasterio de Silos camina hacia la autosuficiencia energética - Diario de Burgos. *El diario de Burgos*. Available at: <http://www.diariodeburgos.es/noticia/Z623B5C24-AD8C-30A7-F101BDDDB90C18551/20140222/monasterio/silos/camina/autosuficiencia/energetica> [Accessed April 1, 2017].
- Balbas, A. et al., 2001. Caracterización de Morteros. In E. A. U. de Zaragoza, ed. *Jornadas de caracterización y restauración de materiales pétreos en arquitectura, escultura y arqueología*. Zaragoza: Fundación Uncastillo, pp. 113–133.
- Baker, P., 2011. U - values and traditional buildings. *Historic Scotland Technical paper 10*, (January), p.70. Available at: <http://www.historic-scotland.gov.uk/hstp102011-u-values-and-traditional-buildings.pdf>.
- Baldri, B., 2013. Monasterio de San Baudelio de Berlanga. *Monestirs*. Available at: <http://www.monestirs.cat/monst/annex/espaa/calleo/soria/cbaudel.htm> [Accessed April 22, 2017].
- Barraquer i Roviraltà, G., 1906. *Las Casas de religiosos en Cataluña durante el primer tercio del siglo XIX / - Dipòsit Digital de Documents de la UAB*, Barcelona: Imprenta Francisco J. Altés y Alabart. Available at: <http://ddd.uab.cat/record/56959/> [Accessed April 22, 2017].

- Barrio Gozalo, M., 2000. Reforma y supresión de los regulares en España al final del Antiguo Régimen (1759-1836). *Investigaciones históricas: Época moderna y contemporánea*, (20), pp.89–118.
- Bazzocchi, F., 2012. *Las vidrieras góticas mediterráneas: composición química, técnica y estilo El caso concreto de Barcelona y Siena en el siglo XIV*. Universitat de Barcelona. Available at: http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/97218/03.FB_3de15.pdf;jsessionid=81B31AF457E137151D7675C23D24CC65?sequence=3 [Accessed March 28, 2017].
- Bueno, J., 2014. Vivienda: ¿Cómo implantar medidas de eficiencia en los edificios históricos? *El Mundo*. Available at: <http://www.elmundo.es/economia/2014/09/29/542934f522601ddc108b457c.html> [Accessed April 20, 2017].
- Camino Olea, M.S., 2001. *Construcción y ornamentación de las fachadas de ladrillo prensado, al descubierto, en la ciudad de Valladolid*. Universidad de Valladolid.
- Caro Baroja, J., 2008. *Historia del anticlericalismo español* E. C. RAGGIO, ed., Madrid: Caro Raggio.
- Crespo Ruíz de Gauna, J., 2011. Los Edificios Pasivos. In Fundación de la energía de la Comunidad de Madrid, ed. *Guía del estándar Passivehaus. Edificios de consumo energético casi nulo*. Madrid: Consejería de economía y empleo de la Comunidad de Madrid, pp. 15–26. Available at: <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-del-Estandar-Passivhaus-fenercom-2011.pdf> [Accessed April 11, 2017].
- de Isabel, Juan A.; García Galludo, Mario; Egidio Ramos, C., 2009. *Guía de auditorías energéticas en el sector hotelero de la Comunidad de Madrid*, Madrid: Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Consejería de Economía y Hacienda y la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid.
- De, E.M., Vilariño, R. & Citav, D., 2012. *GUÍA DE MATERIALES AISLANTES y EFICIENCIA ENERGÉTICA (FENERCOM)*. Available at: [https://www.fenercom.com/pages/pdf/formacion/12-10-04_Jornada sobre Materiales Aislantes y Eficiencia Energética en los Edificios/Acristalamientos-de-aislamiento-termico-reforzado-\(ATR\)-SAINT-GOBAIN-CRISTALERIA-fenercom-2012](https://www.fenercom.com/pages/pdf/formacion/12-10-04_Jornada sobre Materiales Aislantes y Eficiencia Energética en los Edificios/Acristalamientos-de-aislamiento-termico-reforzado-(ATR)-SAINT-GOBAIN-CRISTALERIA-fenercom-2012) [Accessed April 27, 2017].
- Egusquiza-Ortega, A., 2015. *MULTISCALE INFORMATION MANAGEMENT FOR HISTORIC DISTRICTS' ENERGY RETROFITTING*. Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).
- Esbert Alemany, R.M. & Losada Aranguren, J.M., 2003. Criterios de intervención en materiales pétreos. *Bienes culturales. Revista del Instituto del Patrimonio Histórico Español*, (2), p.20p.
- Espino-Hidalgo, B. del, 2015. *Sostenibilidad en centros históricos andaluces. Las ciudades medias del centro de Andalucía*. Universidad de Sevilla. Available at: http://fondosdigitales.us.es/media/thesis/2759/Q_Tesis_BEH-capitulo15.pdf [Accessed March 30, 2017].

- Geotecnia y Cimientos, S.A., 2012. Claustro principal del Monasterio de Santa María de la vid. Estudio de conservación. , pp.10–12.
- Gisbert Aguilar, J., 2001. Métodos de estudio: Equipos y Metodologías. In Equipo Arbotante. Universidad de Zaragoza, ed. *I Jornadas de caracterización y restauración de materiales pétreos en arquitectura, escultura y arqueología*. Zaragoza: Fundación Uncastillo, pp. 3–17.
- González Moreno-Navarro, J.L., Morros Cardona, J. & Olona Casas, J., 2013. Valores patrimoniales y eficiencia energética. Conflictos y soluciones. In XXXVIè Curset. *Jornadas Internacionales sobre la Intervención en el Patrimonio Arquitectónico*. Barcelona. Available at: http://www.coac.net/aadipa/cursetXXXVI/organizacion_esp.html [Accessed April 1, 2017].
- Graciani García, A., 2009. La técnica del tapial en Andalucía Occidental. In J. de A. C. de Cultura, ed. *Construir en Al-Andalus*. Monografías del Conjunto Monumental de la Alcazaba, p. pp.111-140.
- Hammond, G. & Jones, C., 2011. A BSRIA guide Embodied Carbon The Inventory of Carbon and Energy (ICE). , p.136. Available at: <http://www.ihsti.com/tempimg/57c152b-ENVIRO2042201160372.pdf>.
- IPCE, 2011. Plan Nacional De Abadías , Monasterios Y Conventos. , p.134. Available at: <http://www.mecd.gob.es/planes-nacionales/planes/monasterios.html>.
- Jiménez Hernández, A., 2015. La metrología histórica como herramienta para la Arqueología de la Arquitectura. La experiencia en los Reales Alcázares de Sevilla. *Arqueología de la Arquitectura*, 0(12), p.e022. Available at: <http://arqarqt.revistas.csic.es/index.php/arqarqt/article/view/175/219> [Accessed March 24, 2017].
- Jové Sandoval, F., Sáinz Guerra, J.L. & Del Río, M., 2012. "MUROS MIXTOS DE TAPIA Y LADRILLO EN LA ARQUITECTURA MUDÉJAR, CUÉLLAR - SEGOVIA". In Catedral Juan de Villanueva, ed. *Construcción con tierra. Pasado, presente y futuro. Congreso de Arquitectura de tierra en Cuenca de Campos 2012*. Valladolid: Universidad de Valladolid, pp. 155–164. Available at: <http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2013/14tr-derlio.pdf> [Accessed March 27, 2017].
- Knauf, 2010. Construcción ligera en la Abadía Monasterio. *Ecoconstrucción*, pp.32–33.
- Lockie, S. et al., 2014. RICS Professional Guidance, Global Methodology to calculate embodied carbon Alliance for Sustainable Building Products Acknowledgments Methodology to calculate embodied carbon RICS guidance note, Global 1st edition Green Building Certification. Available at: www.rics.org/shop [Accessed May 25, 2017].
- López, M.; Yáñez, A.; Gomes da Costa, S.; Avellá, L., 2014. Actas del Congreso Internacional de Eficiencia Energética y Edificación Histórica / Proceedings of the International Conference on Energy Efficiency and Historic Buildings. In *Congreso Internacional de Eficiencia Energética y Edificación Histórica (Madrid, 29-30 Sep.*

2014). Madrid: Fundación Casas Históricas y Singulares y ARSCIVILIS, p. 572.

Available at: <http://www.energy-heritage.com/actas/>.

López de Guerreño Sanz, M.T., 2016. El Monasterio premonstratense de San Salvador de Urdax: Génesis y evolución Histórico-Artística. , p.195. Available at: [file:///D:/Descargas/RPVIANAnro-0207-pagina0019 \(2\).pdf](file:///D:/Descargas/RPVIANAnro-0207-pagina0019%20(2).pdf).

López-Zambrano, M., 2015. Salvemos nuestros centros históricos de la ruina , caminemos hacia un patrimonio sostenible. *Revista PH*, 88, pp.248–250. Available at: <http://www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/issue/view/90>.

Lymperopoulou, L., 2012. *Vidrios Estaticos Y Dinamicos: Estudio comparativo de la eficiencia energética de los edificios de oficina en clima mediterráneo a partir de la utilización de diferentes tipos de acristalamiento*.

Matesanz Vera, P., 1994. Arqueología y restauración arquitectónica: el caso del monasterio de Santa María la Real (Aguilar de Campoo, Palencia). In *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología*. Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Filosofía y Letras. Available at: <https://revistas.uam.es/cupauam/article/view/1313/1286> [Accessed June 24, 2017].

Mercader, M.P., Olivares, M. & Ramírez De Arellano, A., 2012. Modelo de cuantificación del consumo energético en edificación ; Quantification model for energy consumption in edification. , 62(308), pp.567–582. Available at: <http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/viewFile/1203/1336> [Accessed May 28, 2017].

Neila González, F.J., 2004. *Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible 1ª*. MUNILLALERIA, ed., Madrid.

Neila González, F.J., 2004. Textos sobre Sostenibilidad. *Cuadernos de investigación urbanística*, 41, pp.89–99. Available at: <http://polired.upm.es/index.php/ciur/article/viewFile/1037/1056> [Accessed April 11, 2017].

Núñez-Cacho del Águila, J., 2013. *Gestión energética en Hoteles* Centro de Ahorro y Eficiencia energética de Madrid, ed., Madrid: Comunidad de Madrid. Available at: <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/gestion-energetica-en-hoteles-fenercom.pdf> [Accessed April 22, 2017].

Nuviala, urbano, 2001. Caracterización del Alabastro. In E. A. U. de Zaragoza, ed. *Jornadas de caracterización y restauración de materiales pétreos en arquitectura, escultura y arqueología*. Zaragoza: Fundación Uncastillo, pp. 52–56.

Ocaña, J.C., 2014. La Península Ibérica en la Edad Media: Los primeros núcleos de resistencia cristiana. *Historiasiglo20*. Available at: <http://www.historiasiglo20.org/HE/3a.htm> [Accessed April 22, 2017].

Orlandis Rovira, J., 1956. Los monasterios familiares en España durante la Alta Edad Media. *Anuario de Historia del Derecho Español*, 26, pp.5–46.

- Pérez Fargallo, A., 2013. *Modelos para la evaluación de costes de rehabilitación energética: Viviendas Unifamiliares*. - Fondos Digitalizados de la Universidad de Sevilla. Universidad de Sevilla. Available at: <http://fondosdigitales.us.es/tesis/tesis/2273/modelos-para-la-evaluacion-de-costes-de-rehabilitacion-energetica-viviendas-unifamiliares/> [Accessed March 30, 2017].
- Ruíz Cuevas, R., 2014. *Catálogo de Rehabilitación Energética* Departamento de empleo y Políticas sociales. Viceconsejería de Vivienda, ed., Gobierno Vasco. Available at: http://www.garraioak.ejgv.euskadi.eus/contenidos/informacion/guia_azala/es_de_f/adjuntos/catalogorehab.pdf [Accessed March 30, 2017].
- Sancho, J.L., 2015. Restauración de cubiertas de los patios del colegio de Alfonso XII en el Monasterio de El Escorial. *Memoria histórica*. , p.5. Available at: <https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/3852b76a-08c5-4ee2-aaa7-96271268a4fb/DOC201604121338271+bis++Patios+AlfonsoXII+Escorial++Memoria+historica.pdf?MOD=AJPERES> [Accessed June 28, 2017].
- Serrano Lanzarote, B. et al., 2013. *DOCUMENTOS TÉCNICOS DE INSTALACIONES EN LA EDIFICACIÓN: DTIE DTIE 18.01 REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA DE LOS EDIFICIOS* ATECYR, ed., Madrid: ATECYR. Available at: <https://www.atecyr.org/eATECYR/ventas/products/pdf/64f92b14600333d0798edc3dc131b59f907e6db1.pdf> [Accessed March 30, 2017].
- Soto Alonso, J., 2011. La ventilación mecánica con recuperación de calor: la garantía de calidad del aire interior. In Comunidad de Madrid, ed. *Guía del estándar Passivhaus. Edificios de consumo energético casi nulo*. Madrid: Fenercom, pp. 121–143. Available at: <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-del-Estandar-Passivhaus-fenercom-2011.pdf> [Accessed April 23, 2017].
- Taranilla de la Varga, C.J., 2017. Breve historia del Gótico, Ediciones Nowtilus. Available at: https://www.elkar.eus/es/liburu_fitxa/breve-historia-del-gotico/taranilla-de-la-varga-carlos-javier/9788499678351 [Accessed April 22, 2017].
- Troi, A. & Bastian, Z., 2015. *Energy efficiency solutions for historical buildings : a handbook*, Birkhäuser.
- Vigil Montes, N., 2012. *XVIII Coloquio Internacional de la Comisión Internacional de Paleografía Latina: El Scriptorium*, Available at: <http://www.mundoarchivistico.com.ar/?menu=noticias&id=1242> [Accessed April 21, 2017].

15.2. Webgrafía

- Arteguias, 2008. Primer Románico (ARTEGUIAS). Available at: <http://www.arteguias.com/primerromanico.htm> [Accessed April 22, 2017].
- Arteguias, 2010. Monasterios románicos en España. Available at: <http://www.arteguias.com/monasterios.htm> [Accessed April 21, 2017].

- Effesus, Proyecto Effesus. Available at: <http://www.effesus.eu/> [Accessed October 28, 2015].
- EURAC research, Proyecto 3encult. Available at: <http://www.3encult.eu/en/project/welcome/default.html> [Accessed October 28, 2015].
- Historiograf, 2005. Norbert Fresco. Available at: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Norbert_Fresco.jpg [Accessed April 22, 2017].
- Instituto Cervantes, 2000. Glosario de términos artísticos relacionados con los claustros. *Centro Virtual Cervantes*. Available at: http://cvc.cervantes.es/actcult/art_reli/claustros/glosario.htm [Accessed April 21, 2017].
- Ministerio de Educación, C. y D., Consulta a la base de datos de bienes inmuebles - Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Available at: <http://www.mecd.gob.es/bienes/cargarFiltroBienesInmuebles.do?layout=bienesInmuebles&cache=init&language=es> [Accessed April 9, 2017].
- Order Premontré, Premontré. 2013. Available at: <http://www.premontré.org/chapter/index.php> [Accessed April 22, 2017].
- Pla, J., 1980. Monasterio de Poblet plano. *Guía fonamentada i popular del monastir de Poblet*. Available at: <http://www.poblet.cat/index.php?Ng%3D%3D&LDIz> [Accessed May 13, 2017].
- Unión Europea, 2014. Acción por el clima, medio ambiente, eficiencia de recursos y materias primas / Retos sociales / Horizonte2020. Available at: <http://eshorizonte2020.cdti.es/index.asp?MP=87&MS=718&MN=2&TR=C&IDR=2043> [Accessed April 9, 2017].
- Vaticano, 2010. Congregación para los institutos de vida consagrada. Available at: http://www.vatican.va/roman_curia/congregations/ccsclife/documents/rc_con_ccsclife_profile_sp.html [Accessed April 22, 2017].
- web Barcelona Turisme, 2017. Col·legi de les Teresianes. Available at: [http://shop.europeinyourlife.com/Col·legi-de-les-Teresianes/_3Ngb8Yj\\$pl3U56ScBHOWcxpDev_Vr2xekaU_Y8YIIBSXR9hwAP8bFc-THiF7veMZ](http://shop.europeinyourlife.com/Col·legi-de-les-Teresianes/_3Ngb8Yj$pl3U56ScBHOWcxpDev_Vr2xekaU_Y8YIIBSXR9hwAP8bFc-THiF7veMZ) [Accessed April 21, 2017].

15.3. Referencias legislativas

- Jefatura del Estado, 1985. Ley 13/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español. Boe, 155, pp.20342–20352.
- Junta de Andalucía, 2007. Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía., Available at: <http://www.juntadeandalucia.es/boja/2007/248/1> [Accessed May 23, 2017].

- Presidencia del Gobierno, 1986. Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español (BOE de 28 de enero de 1986). BOE, 24, pp.3815–3831. Available at: http://www.mecd.gob.es/mecd/dms/mecd/cultura-mecd/areas-cultura/patrimonio/bienes-culturales-protegidos/niveles-de-proteccion/introduccion/Realdecreto_111_1986.pdf [Accessed April 9, 2017].
- AENOR, 2017. UNE-EN 12207:2017. Norma Española Ventanas y puertas Permeabilidad al aire Clasificación. , p.10.
- Ministerio de Fomento, 2015. Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía DA DB-HE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente. Available at: https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DA-DB-HE-1-Calculo_de_parametros_caracteristicos.pdf [Accessed April 18, 2017].
- Ministerio de Fomento, 2013. Documento básico HE ahorro de energía. *Código técnico de la Edificación, Documento básico HE ahorro de energía*, 2013, pp.1–70. Available at: <http://www.codigotecnico.org/web/recursos/documentos/>.
- Ministerio de la Presidencia, 2013. *Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.*,
- Ministerio de la Presidencia, 2007. *Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.*,
- Ministerio de vivienda, 2006. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Boe, 74, pp.11816–11831. Available at: <http://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/realDecreto/RD3142006.pdf>.

ANEXOS

Anexo 1. Recopilación de leyes autonómicas en protección del Patrimonio

1.1. Recopilación de leyes autonómicas.

- Ley 4/2013, de 16 de mayo, de Patrimonio Cultural de Castilla-La Mancha. Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha «DOCM» núm. 100, de 24 de mayo de 2013 «BOE» núm. 240, de 7 de octubre de 2013.
- Ley 7/1990, de 3 de julio, del Patrimonio Cultural Vasco (Boletín Oficial del País Vasco número 157 de 6 de agosto de 1990). Actualmente existe un Proyecto de Ley del Patrimonio Cultural Vasco enviado al Parlamento.
- Ley 9/1993, de 30 de septiembre, del Patrimonio Cultural Catalán (Diario Oficial de la Generalitat de Cataluña de 11 de octubre de 1993).
- Ley 5/2016, de 4 de mayo, del patrimonio cultural de Galicia. Comunidad Autónoma de Galicia «DOG» núm. 92, de 16 de mayo de 2016 «BOE» núm. 147, de 18 de junio de 2016.
- Ley 9/2017, de 7 de abril, de modificación de la Ley 4/1998, del patrimonio cultural valenciano. BOE nº112 de 11 de mayo de 2017.
- Ley 3/2013, de 18 de junio, de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid. Comunidad de Madrid «BOCM» núm. 144, de 19 de junio de 2013 «BOE» núm. 247, de 15 de octubre de 2013.
- Ley 11/1998, de 31 de octubre, del Patrimonio Cultural de Cantabria (Boletín Oficial de Cantabria número 240 de 2 de diciembre de 1998).
- Ley 12/1998, de 21 de diciembre, del Patrimonio Histórico de las Illes Balears (Boletín Oficial de las Illes Balears número 165 de 29 de diciembre de 1998). Reformada por la Ley 1/2005, de 3 de marzo (Boletín Oficial de las Illes Balears número 4077 de 12 de marzo de 2005) y por la Ley 2/2006, de 10 de marzo (Boletín Oficial de las Illes Balears número 39 de 18 de marzo de 2006).
- Ley 2/1999, de 29 de marzo, del Patrimonio Histórico y Cultural de Extremadura (Diario Oficial de Extremadura número 59 de 22 de mayo de 1999). Ley 3/2011, de 17 de febrero, de modificación parcial de la Ley 2/1999, de 29 de marzo, de Patrimonio Histórico y Cultural de Extremadura.
- Ley 3/1999, de 10 de marzo, del Patrimonio Cultural de Aragón (Boletín Oficial de Aragón número 36 de 29 de marzo de 1999).
- Ley 4/1999, de 15 de marzo, del Patrimonio Histórico de Canarias (Boletín Oficial de Canarias número 36 de 24 de marzo de 1999). Modificado por la Ley 11/2002 de 21 de noviembre (Boletín Oficial de Canarias número 157 de 27 de noviembre de 2002). Existe un proyecto de ley: 8L/PL-0025 De modificación parcial y de la denominación de la Ley 4/1999, de 15 de marzo, de Patrimonio Histórico de Canarias. Procedimiento de urgencia.

- Ley 1/2001, de 6 de marzo, del Patrimonio Cultural de Asturias (Boletín Oficial del Principado de Asturias número 75 de 30 de marzo de 2001).
- Ley 12/2002, de 11 de julio, de Patrimonio Cultural de Castilla y León (Boletín Oficial de Castilla y León, suplemento número 139 de 19 de julio de 2002). Modificada por la Ley 8/2004, de 22 de diciembre (Boletín Oficial del Estado número 14 de 17 de enero de 2005).
- Ley 7/2004, de 18 de octubre de Patrimonio Cultural, Histórico y Artístico de La Rioja (Boletín Oficial de La Rioja número 136, de 23 de octubre de 2004).
- Ley 14/2005, de 22 de noviembre, de Patrimonio Cultural de Navarra (Boletín Oficial de Navarra número 141 de 25 de noviembre de 2005).
- Ley 4/2007, de 16 de marzo, de Patrimonio Cultural de la Región de Murcia (Boletín Oficial de la Región de Murcia número 83, de 12 de abril de 2007).
- Ley 14/2007, de 26 de noviembre de 2007, del Patrimonio Histórico de Andalucía (Boletín Oficial de la Junta de Andalucía número 248 de 19 de diciembre de 2007).

1.2. Recopilación de extractos de leyes autonómicas sobre criterios de intervención.

— Castilla-La Mancha:

Artículo 28. Criterios de intervención en bienes inmuebles.

1. Cualquier intervención en un inmueble incluido en el Patrimonio Cultural de Castilla-La Mancha estará encaminada a su conservación y preservación, de acuerdo con los siguientes criterios:

- a) Se establecerá como criterio básico de actuación la mínima intervención, con el objeto de asegurar la conservación y adecuada transmisión de los valores del bien de acuerdo con el artículo 1.2.
- b) Se respetará la información histórica, los materiales tradicionales, los métodos de construcción y las características esenciales del bien, sin perjuicio de que pueda autorizarse el uso de elementos, técnicas y materiales actuales para la mejor conservación del mismo.
- c) Se conservarán las características volumétricas, estéticas, ornamentales y espaciales del inmueble, así como las aportaciones de distintas épocas. La eliminación de alguna de ellas deberá estar claramente documentada y convenientemente justificada en orden a la adecuada conservación de los bienes afectados.
- d) Se evitarán los intentos de reconstrucción. Cuando la aportación de materiales sea indispensable para la estabilidad y el mantenimiento del inmueble, esta habrá de ser justificada, reconocible y sin discordancia estética o funcional con el resto del mismo. No podrán realizarse reconstrucciones que conduzcan a confusiones miméticas que falseen su autenticidad histórica, salvo cuando se utilicen partes originales de los mismos y pueda probarse su procedencia.

e) La administración podrá inspeccionar en cualquier momento de la intervención el bien inmueble, para velar por el cumplimiento de lo dispuesto en este artículo.

2. Estas intervenciones no podrán alterar los valores arquitectónicos, visuales y paisajísticos del bien, incluido su entorno de protección. En particular, en dicho entorno se evitará cualquier contaminación visual que impida o distorsione la contemplación del bien.

— País Vasco:

Artículo 34.- Criterios generales de intervención sobre bienes culturales inmuebles y muebles incluidos en el Registro del Patrimonio Cultural Vasco.

1.- Las intervenciones sobre cualquier bien del Patrimonio Cultural Vasco incluido en el Registro del Patrimonio Cultural Vasco garantizarán por todos los medios de la ciencia y de la técnica su conservación, restauración y rehabilitación para su puesta en valor.

2.- A los efectos de esta Ley, se entiende por puesta en valor, el conjunto de actuaciones encaminadas a valorizar, reconocer y dotarle de uso a un bien, sin desvirtuar por ello los valores culturales por los que ha sido objeto de protección.

3.- El uso al que se destinen estos bienes deberá ser compatible con los valores objeto de protección en su declaración, garantizando en todo caso su conservación y puesta en valor.

4.- Se establece como principio básico de actuación la intervención mínima indispensable para asegurar la transmisión de los valores culturales de los que es portador el bien y la reversibilidad de los procedimientos que se apliquen.

5.- Las intervenciones respetarán las aportaciones de todas las épocas que perviven en el bien y que proporcionan información sobre la evolución del mismo.

6.- Únicamente se permitirá la reconstrucción o reintegración de las partes que falten cuando se cuente con información precisa fehaciente de la autenticidad de la parte a reconstruir y concurra, además, alguno de los siguientes supuestos:

a) Que la intervención sea necesaria para garantizar la integridad del bien o para una correcta comprensión de sus valores culturales

b) Que en su reposición se utilicen elementos originales o, si ello no fuera posible, compatibles, debiendo, en este último caso, ser discernibles de los originales.

7.- Las adiciones que se autoricen deberán respetar la armonía del conjunto, distinguiéndose de las partes originales para evitar las falsificaciones históricas o artísticas. La naturaleza de estas adiciones deberá garantizar su reversibilidad sin daños sobre el bien.

8.- En las intervenciones se deberán proteger las estructuras interiores, distribuciones y acabados, con el mismo nivel de protección que los envolventes exteriores, evitándose

demolición de sus elementos constituyentes, salvo para su sustitución, elemento a elemento, por estructuras similares a las existentes.

9.- Se prohíbe el uso de técnicas y materiales que no sean compatibles con los que conforman el bien y su entorno, o con los valores objeto de protección según el régimen aplicable. Las técnicas y materiales utilizados en las intervenciones deberán ofrecer comportamientos y resultados suficientemente avalados por la experiencia o por la investigación.

10.- La aplicación de las normativas sectoriales se supeditarán a la conservación de los valores culturales del bien.

— Cataluña:

Artículo 35. Criterios de intervención.

1. Cualquier intervención en un monumento histórico, un jardín histórico, una zona arqueológica o una zona paleontológica de interés nacional respetará los criterios siguientes:

- a) La conservación, recuperación, restauración, mejora y utilización del bien respetarán los valores que motivaron la declaración, sin perjuicio que pueda autorizarse el uso de elementos, técnicas y materiales contemporáneos para la mejor adaptación del bien a su uso y para valorar determinados elementos o épocas.
- b) Se permitirá el estudio científico de las características arquitectónicas, históricas y arqueológicas del bien.
- c) Se conservarán las características tipológicas de ordenación espacial, volumétricas y morfológicas más remarcables del bien.
- d) Queda prohibido reconstruir total o parcialmente el bien, excepto en los casos en que se utilicen partes originales, así como hacer adiciones miméticas que falseen su autenticidad histórica.
- e) Queda prohibido eliminar partes del bien, excepto en caso de que conlleven la degradación del bien o de que la eliminación permita una mejor interpretación histórica. En estos casos, es necesario documentar las partes que deban ser eliminadas.
- f) Queda prohibido colocar publicidad, cables, antenas y conducciones aparentes en las fachadas y cubiertas del bien y colocar instalaciones de servicios públicos o privados que alteren gravemente su contemplación.

2. Las intervenciones en los conjuntos históricos de interés nacional respetarán los criterios siguientes:

- a) Se mantendrán la estructura urbana y arquitectónica del conjunto y las características generales del ambiente y de la silueta paisajística. No se permiten modificaciones de alineaciones, alteraciones en la edificabilidad, parcelaciones

ni agregaciones de inmuebles, excepto que contribuyan a la conservación general del carácter del conjunto.

b) Se prohíben las instalaciones urbanas, eléctricas, telefónicas y cualesquiera otras, tanto aéreas como adosadas a la fachada, que se canalizarán soterradas. Las antenas de televisión, las pantallas de recepción de ondas y los dispositivos similares se situarán en lugares en que no perjudiquen la imagen urbana o de parte del conjunto.

c) Se prohíbe colocar anuncios y rótulos publicitarios. Los rótulos que anuncien servicios públicos, los de señalización y los comerciales serán armónicos con el conjunto.

3. El volumen, la tipología, la morfología y el cromatismo de las intervenciones en los entornos de protección de los bienes inmuebles de interés nacional no pueden alterar el carácter arquitectónico y paisajístico del área ni perturbar la visualización del bien. En los entornos de los inmuebles de interés nacional se prohíbe cualquier movimiento de tierras que conlleve una alteración grave de la geomorfología y la topografía del territorio y cualquier vertido de basura, escombros o desechos.

— Galicia:

Artículo 42. Actuaciones autorizables según los niveles de protección.

1. Actuaciones autorizables en bienes con protección integral:

a) Las de investigación, valorización, mantenimiento, conservación, consolidación y restauración.

b) Las de rehabilitación podrán autorizarse siempre que el proyecto de intervención garantice la conservación de los valores culturales protegidos y que se trate de adaptaciones necesarias para adecuar el uso original a los condicionantes actuales de conservación, seguridad, accesibilidad, confortabilidad o salubridad o para adecuar el bien a un nuevo uso compatible con sus valores culturales que garantice su conservación y el acceso público al mismo.

c) Las ampliaciones de un bien inmueble, exclusivamente en planta, en el marco de una actuación de rehabilitación, con carácter complementario a esta, siempre que resulten imprescindibles para desarrollar el uso propuesto y se resuelvan como volúmenes diferenciados.

d) Las de reconstrucción, de modo excepcional, cuando se utilicen partes, elementos y materiales originales de los que se pueda probar su autenticidad y posición original.

Artículo 44. Criterios de intervención en los bienes.

1. Las actuaciones que se lleven a cabo sobre los bienes declarados de interés cultural y catalogados seguirán los criterios siguientes:

- a) Salvaguarda de sus valores culturales y conservación, mejora y, en su caso, utilización adecuada y sostenible.
- b) Respeto por sus características esenciales y por los aspectos constructivos, formales, volumétricos, espaciales y funcionales que los definen. Se procurará siempre la aplicación del criterio de mínima intervención en los bienes artísticos.
- c) Conservación de las contribuciones de todas las épocas existentes en el bien. Excepcionalmente podrá ser autorizada la eliminación de alguna contribución de épocas pasadas en el caso de que suponga una degradación comprobada del bien y de que dicha eliminación sea necesaria para permitir su adecuada conservación y su mejor interpretación histórica y cultural. Las partes eliminadas quedarán debidamente documentadas.
- d) Preferencia por la utilización de técnicas y materiales tradicionales.
- e) Compatibilidad de los materiales, productos y técnicas empleados en la intervención con los propios del bien y sus valores culturales y pátinas históricas.
- f) Discernimiento de la adición de materiales y técnicas empleados, evitando las adiciones miméticas que falseen su autenticidad histórica.
- g) Reversibilidad de las acciones de forma que pueda recuperarse el estado previo a la intervención. Este criterio será prioritario al diseñar actuaciones de conservación y restauración.
- h) Compatibilidad de su uso con la conservación de los valores que motivaron su protección.
- i) No se utilizarán o aplicarán técnicas y materiales agresivos con las pátinas de valor cultural y con los materiales originales o incompatibles con la debida conservación de los bienes. 2.

La reconstrucción de un bien destruido por conflictos, catástrofes naturales o causas intencionadas o fortuitas podrá autorizarse excepcionalmente por razones de interés social, cultural o educativo.

— **Comunidad Valenciana:**

Artículo 38. Criterios de intervención en Monumentos y Jardines Históricos.

En caso de encontrarse separado algún elemento original del monumento o jardín histórico del que formaba parte, la Conselleria de Cultura, Educación y Ciencia promoverá la recuperación de aquellos que tengan especial relevancia artística o histórica:

- a) La intervención respetará las características y valores esenciales del inmueble. Se conservarán sus características volumétricas, espaciales, morfológicas y artísticas, así como las aportaciones de distintas épocas que hayan enriquecido sus valores

originales. En caso de que se autorice alguna supresión deberá quedar debidamente documentada.

b) Se preservará la integridad del inmueble y no se autorizará la separación de ninguna de sus partes esenciales ni de los elementos que le son consustanciales. Los bienes muebles vinculados como pertenencias o accesorios a un inmueble declarado de interés cultural no podrán ser separados del inmueble al que pertenecen, salvo en beneficio de su propia protección y de su difusión pública y siempre con autorización de la Conselleria de Cultura, Educación y Ciencia. Reglamentariamente se determinarán las condiciones de dichos traslados que aseguren el cumplimiento de los fines que los justifiquen.

c) Los bienes inmuebles de interés cultural son inseparables de su entorno. No se autorizará el desplazamiento de los mismos sino cuando resulte imprescindible por causa de interés social o fuerza mayor, mediante resolución de la Conselleria de Cultura, Educación y Ciencia y previo el informe favorable de al menos dos de las instituciones consultivas a que se refiere el artículo 7 de esta Ley.

d) No se autorizarán las reconstrucciones totales o parciales del bien, salvo que la pervivencia de elementos originales o el conocimiento documental suficiente de lo que se haya perdido lo permitan, y tampoco cualquier añadido que falsee la autenticidad histórica. En todo caso, tanto la documentación previa del estado original de los restos, como el tipo de reconstrucción y los materiales empleados deberán permitir la identificación de la intervención y su reversibilidad.

e) Queda prohibida la colocación de rótulos y carteles publicitarios, conducciones aparentes y elementos impropios en los Jardines Históricos y en las fachadas y cubiertas de los Monumentos, así como de todos aquellos elementos que menoscaben o impidan su adecuada apreciación o contemplación.

f) La Conselleria de Cultura, Educación y Ciencia podrá autorizar la instalación de rótulos indicadores del patrocinio de los bienes y de la actividad a que se destinan.

— Madrid:

Artículo 20. Uso y criterios de intervención.

1. La utilización de los bienes declarados de Interés Cultural quedará subordinada a que no se pongan en peligro los valores que justifican su protección legal. Cuando se incumpla dicha obligación la Administración podrá ordenar el cese del uso. A tal efecto los propietarios deberán comunicar a la Consejería competente el cambio de uso.

2. Se establecen los siguientes criterios de intervención en los Bienes de Interés Cultural:

a) Toda intervención estará basada en los siguientes principios:

1.º Mínima intervención: se actuará lo imprescindible para la conservación, restauración o puesta en uso del bien, evitando tratamientos o actuaciones innecesarias que pongan en peligro su integridad. La reintegración o reconstrucción sólo se efectuará cuando resulte necesaria y se disponga de información suficiente para evitar falsedades históricas.

2.º Diferenciación: Los elementos destinados a reemplazar las partes que falten deberán integrarse armoniosamente en el conjunto, pero distinguiéndose a su vez de las partes originales, con el objeto de evitar la falsificación tanto histórica como artística.

b) La redacción de proyectos, direcciones técnicas y realización de las intervenciones deberán encomendarse a profesionales cualificados de acuerdo con la legislación vigente. Cuando la intervención lo requiera participarán en la misma equipos multidisciplinares.

c) Toda intervención quedará documentada en un informe o memoria final en la que figure la descripción pormenorizada de lo ejecutado y los tratamientos aplicados, así como la documentación gráfica del proceso seguido, a los efectos de su difusión ulterior.

Artículo 24. Normas específicas de intervención en bienes inmuebles y sus entornos de protección.

1. La Consejería competente en materia de patrimonio histórico podrá requerir la realización previa de un plan de actuación cuando lo aconseje la naturaleza del Bien de Interés Cultural o la complejidad de la actuación a realizar sobre el mismo. En dicho plan se podrán establecer distintas fases de actuación.

2. Las obras de conservación, restauración o rehabilitación en Monumentos y Jardines Históricos se realizarán de acuerdo con los siguientes criterios:

a) Se respetarán los valores históricos y las características esenciales del bien, pudiendo autorizarse el uso de elementos, técnicas y materiales actuales para la mejor adaptación del bien al uso. Se conservarán alineaciones, rasantes y las características volumétricas definidoras del inmueble, salvo casos excepcionales y previa autorización expresa de la Consejería competente en materia de patrimonio histórico. Téngase en cuenta que se declara inconstitucional y nulo el inciso destacado del apartado 2.a) por Sentencia del TC 122/2014, de 17 de julio. Ref. BOE-A-2014-8751.

b) Se admitirá la reconstrucción total o parcial, exclusivamente en los casos en los que la existencia de suficientes elementos originales así lo permita. Se prohíben las adiciones que falseen la autenticidad histórica del bien.

c) Las intervenciones en bienes inmuebles que contengan bienes muebles declarados de Interés Cultural o de Interés Patrimonial deberán garantizar en todo caso su adecuada conservación, que se especificará en los correspondientes documentos técnicos de intervención.

3. Las intervenciones en los Bienes de Interés Cultural a que se refieren las letras b), c), e) o g) del artículo 3.1, hasta que se apruebe el planeamiento de protección a que se refiere el artículo 26.2, se regirán por la normativa urbanística ajustándose a los siguientes criterios:

a) Se procurará el mantenimiento general de la estructura urbana y arquitectónica o el paisaje en el que se integran. Se cuidarán especialmente morfología y cromatismo.

b) Se procurará la conservación de las rasantes existentes. c) En los Conjuntos Históricos declarados, además, deben respetarse las alineaciones. Las alteraciones parcelarias serán excepcionales y las sustituciones de inmuebles sólo podrán realizarse en la medida que contribuyan a la conservación general del carácter del Conjunto.

4. Las intervenciones en los entornos delimitados de los Bienes de Interés Cultural en las categorías de Monumento, Jardín Histórico y Bien de Interés Etnográfico o Industrial se regirán por la normativa urbanística, cuidando la morfología y el cromatismo para garantizar la adecuada percepción del bien protegido. Las intervenciones en los entornos delimitados de los Bienes de Interés Cultural a que se refieren las letras b), c), e) o g) del artículo 3.1 procurarán una adecuada transición hacia el bien objeto de protección y, en su caso, deberán respetar sus valores paisajísticos.

— Cantabria:

Artículo 53. De las actuaciones e intervenciones sobre bienes inmuebles.

1. Todas las actuaciones sobre bienes inmuebles irán encaminadas a su conservación, consolidación, rehabilitación y mejora de acuerdo con los siguientes criterios:

a) Se respetarán las características esenciales del inmueble y cualquier cambio de uso tendrá en cuenta la estructura original del edificio, decoración y su relación con el entorno, sin perjuicio de que puedan autorizarse con carácter excepcional el uso de elementos, técnicas y materiales actuales para la mejor adaptación del bien a su uso y para valorar determinados elementos o épocas.

b) La conservación, recuperación, restauración, rehabilitación y reconstrucción del bien, así como su mejora y utilización, respetará o acrecentará los valores del mismo, sin perjuicio de que puedan utilizarse técnicas, formas y lenguajes artísticos o estéticos contemporáneos para conseguir la mejor adaptación del bien a su uso o la valoración cultural del mismo. Especialmente, se conservarán las características topológicas, morfológicas, espaciales y volumétricas más significativas.

c) Se evitarán los intentos de reconstrucción, salvo cuando se utilicen partes originales de los mismos y pueda probarse su autenticidad, mediante los correspondientes estudios arqueológicos e históricos.

d) Si se añadiesen materiales o partes indispensables para su estabilidad o mantenimiento, las adiciones deberán ser reconocibles y evitar las confusiones miméticas que falseen la autenticidad histórica. En cualquier caso, deberán integrarse armónicamente con el bien y su entorno.

e) Se respetarán las aportaciones de todas las épocas existentes. La eliminación de algunas de ellas sólo se autorizará con carácter excepcional y siempre que los elementos que traten de suprimirse supongan una evidente degradación del

bien y su eliminación fuera necesaria para permitir una mejor interpretación histórica del mismo. Las partes suprimidas deberán quedar debidamente documentadas.

f) Siempre que sea posible, se utilizarán técnicas y materiales tradicionales. Cuando se utilizaren técnicas constructivas modernas, éstas deberán ser reversibles y adecuadas a las condiciones climatológicas y a la escala del proyecto. En cualquier caso, deberán estar avaladas por la experiencia y por anteriores utilizaciones en las que tales intervenciones hayan demostrado no representar ningún peligro para el bien intervenido.

g) Queda prohibida la colocación de publicidad comercial y de cualquier clase de instalación aparente (entre otros, antenas, cables, conducciones y rótulos), que alteren los valores culturales del bien, sus relaciones con el entorno o la contemplación del conjunto. No obstante, podrán autorizarse por la Consejería de Cultura y Deporte aquellas instalaciones provisionales que sirvan para facilitar la conservación y rehabilitación de los Bienes de Interés Cultural y de Interés Local y sus entornos. Se valorará y, en su caso, se introducirán las medidas correctoras oportunas para restablecer las condiciones acústicas o de textura y aromas acordes con la naturaleza del patrimonio afectado.

— Islas Baleares:

Artículo 41. Criterios de intervención.

1. Cualquier intervención en un bien de interés cultural deberá respetar los siguientes criterios:

a) La conservación, la recuperación, la restauración, la mejora y la utilización del bien deberá respetar los valores que motivaron su declaración, sin perjuicio de que pueda ser autorizado el uso de elementos, técnicas y materiales contemporáneos para la mejor adaptación del bien a su uso y para valorar determinados elementos o épocas.

b) Se conservarán las características tipológicas más notables del bien.

c) Se evitará la reconstrucción total o parcial del bien, salvo que se utilicen sus partes originales y pueda probarse su autenticidad. Si fuera necesario añadir materiales o elementos indispensables para la estabilidad, la conservación o el mantenimiento, éstos deberán reconocerse con el fin de evitar el mimetismo.

d) Se prohibirá la eliminación de partes del bien, excepto cuando comporten la degradación o cuando la eliminación permita una mejor interpretación histórica. En estos casos, se documentarán las partes que deban ser eliminadas.

e) Se prohibirá la colocación de elementos e instalaciones que impliquen una ruptura de la estructura o de la composición de la fachada, o que impliquen perjuicio para la contemplación y el disfrute ambiental del entorno.

— **Extremadura:**

Artículo 33. Criterios de intervención en inmuebles.

1. Cualquier intervención en un inmueble declarado Bien de Interés Cultural habrá de ir encaminada a su protección, conservación y mejora, de acuerdo con los siguientes criterios:

- a) Se respetarán las características esenciales del inmueble, sin perjuicio de que pueda autorizarse el uso de elementos, técnicas y materiales actuales para la mejor adaptación del bien a su uso y para valorar determinados elementos o épocas.
- b) Las características volumétricas y espaciales definidoras del inmueble, así como las aportaciones de las distintas épocas deberán ser respetadas. En caso de que se autorice alguna supresión, ésta quedará debidamente motivada y documentada.
- c) Los intentos de reconstrucción únicamente se autorizarán en los casos en los que la existencia de suficientes elementos originales o el conocimiento documental suficiente de lo que se haya perdido lo permitan. En todo caso, tanto la documentación previa del estado original de los restos, como el tipo de reconstrucción y los materiales empleados deberá permitir la identificación de la intervención y su reversibilidad.
- d) No podrán realizarse adiciones miméticas que falseen su autenticidad histórica.
- e) Cuando sea indispensable para la estabilidad y el mantenimiento del inmueble, siempre que sean visibles, la adición de materiales habrá de ser reconocible.
- f) Se impedirán las acciones agresivas en las intervenciones, salvo que estén motivadas técnicamente y se consideren imprescindibles.

2. En los monumentos, jardines históricos, sitios históricos, zonas arqueológicas, zonas paleontológicas y lugares de interés etnográfico no podrá instalarse publicidad, cables, antenas y todo aquello que impida o menoscabe la contemplación del bien dentro de su entorno sin la previa autorización administrativa.

— **Aragón:**

Artículo 34. Prohibiciones.

- 1. En los bienes de interés cultural queda prohibida toda construcción que altere su carácter o perturbe su contemplación, así como la colocación de publicidad comercial y de cualquier clase de cables, antenas y conducciones aparentes.
- 2. Las obras y demás actuaciones en los bienes de interés cultural irán preferentemente encaminadas a su conservación, consolidación y rehabilitación y evitarán los intentos de reconstrucción, salvo cuando se utilicen partes originales de los mismos y pueda probarse su autenticidad. Si se añadiesen materiales o partes indispensables para su estabilidad o mantenimiento, las adiciones deberán ser reconocibles.

3. Las restauraciones de los bienes de interés cultural respetarán las aportaciones de todas las épocas existentes. La eliminación de alguna de ellas sólo se autorizará con carácter excepcional y siempre que los elementos que traten de suprimirse supongan una evidente degradación del bien y su eliminación fuere necesaria para permitir una mejor interpretación histórica del mismo. Las partes suprimidas quedarán debidamente documentadas

— **Islas Canarias:**

Artículo 41.- Intervenciones en bienes inmuebles.

1. Las intervenciones en inmuebles incluidos en los catálogos insulares irán encaminadas a su puesta en valor y a su conservación, restauración y consolidación.

2. Además podrán ser objeto de rehabilitación, evitando las remodelaciones o la reintegración de elementos perdidos, salvo cuando se utilicen partes originales de los mismos y pueda probarse su autenticidad. Si se añadiesen materiales o elementos indispensables para su estabilidad o mantenimiento, las adiciones deberán ser reconocibles y evitar las confusiones miméticas, así como documentarse debidamente.

3. Las restauraciones respetarán las aportaciones de todas las épocas existentes, salvo que los elementos añadidos supongan una degradación del bien considerado y su eliminación fuere necesaria para permitir su mejor interpretación, requiriéndose, en todo caso, la previa acreditación técnica de ambos extremos, emitida por persona licenciada o con título de grado, o titulación equivalente, que tenga contenido formativo en patrimonio histórico y cultural, restauración o conservación, debiendo acreditarse la experiencia y la capacidad técnica y profesional en intervenciones similares. Las partes suprimidas quedarán debidamente documentadas en la correspondiente ficha del registro del bien en el catálogo insular de bienes culturales.

4. Las actuaciones encaminadas a poner en uso los bienes, o a modernizar sus instalaciones, deberán asegurar el respeto a los valores que motivaron su reconocimiento, así como a las características tipológicas de ordenación espacial, volumétricas y morfológicas del inmueble.

— **Asturias:**

Artículo 57. Criterios de intervención.

1. La potestad de planeamiento y las facultades de autorización de obras en relación con Monumentos se ejercerán de acuerdo con los siguientes criterios:

a) Se respetará el interés que motivó la declaración en la conservación, recuperación, restauración y utilización del bien, sin perjuicio de que pueda autorizarse la utilización de elementos, técnicas y materiales contemporáneos para la mejor adaptación del bien a su uso y para valorar determinados elementos o épocas.

b) Se conservarán las características tipológicas de ordenación espacial, volumétricas y morfológicas del bien, y en lo posible técnicamente, los procedimientos constructivos, texturas y acabados.

c) La reconstrucción total o parcial del bien quedará prohibida, excepto en los casos en que se utilicen partes originales, así como las adiciones miméticas que falseen su autenticidad histórica. No están afectadas por esta prohibición las reconstrucciones totales o parciales de volúmenes primitivos que se realicen a efectos de percepción de los valores culturales y la naturaleza de conjunto del bien, en cuyo caso quedarán suficientemente diferenciadas a fin de evitar errores de lectura e interpretación. Del mismo modo, no están afectadas las que, previa autorización de la Consejería de Educación y Cultura e informe favorable del Consejo del Patrimonio Cultural, se realicen para corregir los efectos del vandalismo, de catástrofes naturales, del incumplimiento del deber de conservación o de obras ilegales.

d) No es autorizable la eliminación de partes del bien, excepto en caso de que conlleven la degradación del mismo o que la eliminación permita una mejor interpretación histórica o arquitectónica, debiendo, en tal caso, documentarse las partes que deban ser eliminadas.

— **Castilla y León:**

Artículo 38. Criterios de intervención en inmuebles.

1. Cualquier intervención en un inmueble declarado Bien de Interés Cultural estará encaminada a su conservación y mejora, de acuerdo con los siguientes criterios:

a) Se procurará el máximo estudio y óptimo conocimiento del bien para mejor adecuar la intervención propuesta.

b) Se respetarán la memoria histórica y las características esenciales del bien, sin perjuicio de que pueda autorizarse el uso de elementos, técnicas y materiales actuales para la mejor adaptación del bien a su uso y para destacar determinados elementos o épocas.

c) Se conservarán las características volumétricas y espaciales definidoras del inmueble, así como las aportaciones de distintas épocas. En caso de que excepcionalmente se autorice alguna supresión, ésta quedará debidamente documentada.

d) Se evitarán los intentos de reconstrucción, salvo en los casos en los que la existencia de suficientes elementos originales así lo permita. No podrán realizarse reconstrucciones miméticas que falseen su autenticidad histórica. Cuando sea indispensable para la estabilidad y el mantenimiento del inmueble la adición de materiales, ésta habrá de ser reconocible y sin discordancia estética o funcional con el resto del inmueble.

2. En lo referente al entorno de protección de un bien inmueble, al volumen, a la tipología, a la morfología y al cromatismo, las intervenciones no podrán alterar los valores arquitectónicos y paisajísticos que definan el propio bien.

— **La Rioja:**

Artículo 43. Criterios generales de intervención sobre Bienes de Interés Cultural.

1. Cualquier tipo de obra o intervención en un Bien de Interés Cultural o en su entorno de protección, habrá de ir encaminada a garantizar su conservación, consolidación, rehabilitación y mejora, respetando los valores que motivaron su declaración. Con esa finalidad, se evitarán las remodelaciones o la reintegración de elementos perdidos, salvo cuando se utilicen partes originales de los mismos y pueda probarse su autenticidad. Si se añadiesen materiales contemporáneos o fracciones indispensables para su estabilidad o mantenimiento, las adiciones deberán ser reconocibles, evitarán las confusiones miméticas que falseen, degraden o adulteren la autenticidad histórica y se documentarán debidamente.

2. Se preservará la integridad de los Bienes de Interés Cultural. En el supuesto de inmuebles no se autorizará la separación de ninguna de sus partes esenciales ni de los elementos que le son consustanciales. Los bienes muebles vinculados como pertenencias o accesorios a un inmueble declarado de interés cultural no podrán ser separados del edificio o construcción al que pertenecen, salvo en beneficio de su propia protección y de su difusión pública y siempre con autorización de la Consejería competente en materia de Cultura. Se podrán determinar por vía reglamentaria las condiciones de dichos traslados que aseguren el cumplimiento de los fines que los justifiquen.

3. Las restauraciones respetarán las aportaciones de todas las épocas existentes, salvo que los elementos añadidos supongan una evidente degradación del bien considerado y su eliminación fuere necesaria para permitir una mejor interpretación histórica del mismo.

4. Se conservarán las características tipológicas de ordenación espacial, volumétricas y morfológicas.

5. Los proyectos de intervención sobre Bienes de Interés Cultural deberán motivar justificadamente las actuaciones que se aparten de la mera consolidación o conservación, detallando los aportes y las sustituciones o eliminaciones planteadas.

6. Se prohíbe la colocación de publicidad, cables, antenas y conducciones aparentes en las fachadas y cubiertas de los inmuebles declarados como Bienes de Interés Cultural, así como las instalaciones de servicios públicos o privados que alteren de modo considerable su contemplación. No obstante, podrán situarse en las inmediaciones del Bien de Interés Cultural rótulos indicadores de su horario de visitas, historia, patrocinio, o cualquier otro aspecto de interés general para la conservación y difusión del bien cultural.

7. En los supuestos de Conjuntos Históricos, Sitios Históricos, Jardines Históricos, Zona Arqueológica, Zona Paleontológica, Lugares de Interés Etnográfico, Vías Históricas y Parques Arqueológicos, se prohíben las instalaciones urbanas eléctricas, telefónicas y cualesquiera otras, de carácter exterior, tanto aéreas como adosadas a las fachadas, que se canalizarán soterradas. Excepcionalmente podrán exceptuarse de esta prohibición aquellos casos en que el soterramiento presente dificultades técnicas insalvables o pueda suponer daños para Bienes de Interés Cultural relevantes. Las

antenas de televisión, las pantallas de recepción de ondas y los dispositivos similares se situarán en lugares en que no perjudiquen la imagen del conjunto. También se prohíbe la publicidad fija mediante vallas o carteles así como la que se produce por medios acústicos. No se considera publicidad a estos efectos los indicadores y la rotulación de establecimientos existentes, informativos de la actividad que en ellos se desarrolla, que serán armónicos con el Bien de Interés Cultural.

8. En el supuesto del entorno de los Bienes de Interés Cultural, el volumen, la tipología, la morfología y el cromatismo de las obras o intervenciones no podrán alterar el carácter arquitectónico y paisajístico del área, ni perturbar la visualización del bien o atentar contra la integridad física del mismo.

9. Con relación a los bienes muebles, se prohíben las destrucciones de elementos de los mismos sin expresa autorización administrativa en ese sentido. Además, si durante el transcurso de la intervención aparecieran signos o elementos desconocidos que pudieran suponer la atribución de una autoría diferente a la establecida hasta ese momento, o un cambio significativo en la obra original, deberá darse cuenta inmediata a la Consejería competente en materia de Cultura, suspendiéndose la intervención hasta que ésta no resuelva lo procedente. 1

0. En todo caso, se estimularán las investigaciones científicas de las características arquitectónicas, históricas, artísticas y arqueológicas del Bien de Interés Cultural. También se procurará que las obras o intervenciones a realizar sobre los mismos empleen materiales y técnicas tradicionales.

— **Navarra:**

Artículo 38. Criterios generales de intervención.

1. Cualquier intervención en un Bien inmueble de Interés Cultural procurará su conservación, deberá mejorar su comprensión histórica, recuperar su valor significativo y arquitectónico en los aspectos formales y constructivos y procurará mejorar su adecuación funcional.

2. Incluirá una memoria previa en la que se justifiquen estos aspectos y una memoria final en la que se recojan y documenten los resultados.

3. No se permitirá la eliminación de partes del Bien, salvo cuando sea necesaria en orden a su preservación, permita una mejor interpretación histórica, o su no eliminación suponga una evidente degradación del bien, siendo preciso en estos casos proceder a su debida documentación.

— **Murcia:**

Artículo 47. Autorización de intervenciones en bienes muebles de interés cultural.

1. Toda intervención que pretenda realizarse en un bien mueble de interés cultural requerirá autorización de la dirección general con competencias en materia de

patrimonio cultural. Asimismo, se requerirá dicha autorización para disgregar las colecciones que hayan sido declaradas de interés cultural.

2. Los proyectos de intervención sobre los bienes muebles de interés cultural, que serán redactados y dirigidos por técnico competente, incorporarán una memoria elaborada por técnico cualificado sobre su valor cultural.

3. El procedimiento para el otorgamiento de dicha autorización deberá resolverse y notificarse en el plazo máximo de tres meses desde la solicitud. Transcurrido dicho plazo sin haberse resuelto y notificado la resolución se entenderá denegada la autorización.

4. Toda intervención que pretenda realizarse en un bien mueble de interés cultural deberá respetar los siguientes criterios:

a) Se respetará el principio de intervención mínima, que supone la conservación de forma prioritaria a la restauración.

b) En su caso, la restauración deberá ser debidamente justificada, diferenciada y reversible.

5. Durante el proceso de intervención la dirección general con competencias en materia de patrimonio cultural podrá inspeccionar los trabajos realizados y adoptar cuantas medidas estime oportunas para asegurar el cumplimiento de los criterios establecidos en la autorización de la intervención.

6. Una vez concluida la intervención, la dirección técnica realizará una memoria en la que figure, al menos, la descripción pormenorizada de la intervención ejecutada y de los tratamientos aplicados, así como documentación gráfica del proceso seguido. Dicha memoria pasará a formar parte de los expedientes de declaración del bien en cuestión.

— **Andalucía:**

Artículo 20. Criterios de conservación.

1. La realización de intervenciones sobre bienes inscritos en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz procurará por todos los medios de la ciencia y de la técnica su conservación, restauración y rehabilitación

2. Las restauraciones respetarán las aportaciones de todas las épocas existentes, así como las pátinas, que constituyan un valor propio del bien. La eliminación de alguna de ellas sólo se autorizará, en su caso, y siempre que quede fundamentado que los elementos que traten de suprimirse supongan una degradación del bien y su eliminación fuere necesaria para permitir la adecuada conservación del bien y una mejor interpretación histórica y cultural del mismo. Las partes suprimidas quedarán debidamente documentadas.

3. Los materiales empleados en la conservación, restauración y rehabilitación deberán ser compatibles con los del bien. En su elección se seguirán criterios de reversibilidad, debiendo ofrecer comportamientos y resultados suficientemente contrastados. Los

métodos constructivos y los materiales a utilizar deberán ser compatibles con la tradición constructiva del bien.

4. En el caso de bienes inmuebles, las actuaciones a que se refiere el apartado 3 evitarán los intentos de reconstrucción, salvo cuando en su reposición se utilicen algunas partes originales de los mismos o se cuente con la precisa información documental y pueda probarse su autenticidad. Si se añadiesen materiales o partes indispensables, las adiciones deberán ser reconocibles y evitar las confusiones miméticas.

Anexo 2. Evolución histórica de los monasterios

2.1. Evolución histórica de los monasterios en España

Los monasterios surgen en Hispania como tal en los primeros siglos del cristianismo, cuando evoluciona del eretismo a las primitivas comunidades. Al principio simplemente eran varios eremitas, que vivían en cuevas cercanas, en torno a una pequeña iglesia o el enterramiento o reliquias de algún santo. Aproximadamente hablaríamos del siglo IV.

Posteriormente surgirán entre los siglos VI y VII los primeros monasterios hispanos. Popularmente se designa como arte prerrománico, ya que va desde la caída del Imperio romano de occidente hasta aproximadamente el fin del Califato de Córdoba. Dentro de este periodo, podríamos distinguir tres corrientes artísticas en los reinos cristianos: la visigoda, la mozárabe y la asturiana (Arteguias 2010).

Siendo de un estilo o de otro solían cumplir una serie de características: debían ser lugares de clausura, que se denominaba Claustra y a sus dependencias se les denominaba domus.

La claustra era un cerramiento exterior, que hacía de barrera entre el interior y el exterior. Sólo comunicado al exterior por una puerta.

Dentro de la Claustra encontraríamos la domus domorum, que sería la Iglesia y la domus major, que era el dormitorio común de los monjes y donde se hacía vida en comunidad.

También podían existir otras dependencias como la cilla, la enfermería, la celda de castigo, el noviciado, la portería, etc. y la sala de conferencia que más tarde se llamaría la sala capitular.

Tabla 2.1-1 . Línea cronológica desde la caída del Imperio Romano de Occidente hasta el Románico. Fuente: Elaboración propia

Cronología	Siglo V	Siglo VI	Siglo VII	Siglo VIII	Siglo IX	Siglo X	Siglo XI
Hito Histórico	Caída del Imperio Romano (476)	Rey Godo Gesaleico establece el reino arriano visigodo (507)		Invasión Musulmana (711)		Problemas de convivencia. Emigración de los mozárabes al norte (850)	Fin del califato de Córdoba (1031)
Periodo artístico	Arte Tardorromano	Arte visigodo		Arte prerrománico asturiano		Arte Mozárabe o de repoblación	
Ejemplo constructivo	San Pedro de Rocas Siglo VI	Quintanilla de las Viñas Siglos VII-VIII		El Conventin. San Salvador de Valdedios Siglo IX		San Miguel de Celanova Siglo X	San Baudelio Siglo XI

Debía localizarse en un lugar aislado que garantizase poder abstraerse del mundo terrenal.

En esta época, a veces había familias completas que fundaban monasterios (Orlandis Rovira 1956). Se hacían llamar monasterios familiares o particulares. Esto creó bastante controversia, y después de algún que otro concilio, se instó a que aquellas familias que quisieran abrazar la vida monástica debían pasar de los monasterios mixtos a los dúplices. En estos monasterios se hacía vida separada por sexos, debía haber dos dependencias de cada tipo, lo único que podían compartir era la sala capitular. Estos monasterios familiares siguieron existiendo hasta bien entrada la Baja Edad Media. Finalmente se consiguió que los integrantes de los mismos ingresaran en otros monasterios y cedieran sus tierras y pertenencias a los mismos.



Ilustración Anexo 2- 1 Monasterio de San Pedro de Rocas (Orense). Fuente: Elaboración propia

De las edificaciones de esta época solo quedan algunos vestigios aislados, bien porque sufrieran modificaciones en siglos posteriores, bien porque se perdieron, y en el mejor de los casos solo quedó en pie la iglesia. Algunos ejemplos son:

San Pedro de Rocas, situado en la Ribeira Sacra en Orense (Ilustración Anexo 2- 1), es un ejemplo de monasterio troglodita de los más antiguos de la península. Al parecer fue fundado en el año 573 por un grupo de 7 ascetas que buscaban retiro y oración.

Quintanilla de las Viñas (Ilustración Anexo 2- 2), en la provincia de Burgos, es uno de los mejores ejemplos de arquitectura prerrománica en España. Aunque existe cierta controversia con su datación, muchos la ubican en el siglo VII siendo de estilo visigodo. Lo que actualmente podemos ver es la ermita de Santa María de Quintanilla de las Viñas, aunque todo indica que se trataba de un complejo monástico de grandes dimensiones para lo que era habitual en esa época.



Ilustración Anexo 2- 2 Iglesia de Santa María de Quintanilla de las Viñas (Burgos). Fuente: Elaboración propia

El prerrománico asturiano tuvo lugar entre los siglos VIII y IX. Toma su nombre de la zona donde se desarrolló, en este caso lo que hoy es el principado de Asturias. Fue un estilo que sólo se dio en esta parte de la península y del que nos han llegado algunos ejemplos de iglesias, pero no de monasterios. El único vestigio monacal que se conserva es San Salvador de Valdedios y solo queda la iglesia a la cual se le apoda el Conventín (Ilustración Anexo 2- 3). Algunos autores también especulan con la posibilidad de que San Julian de Prados en Oviedo pudiera haber sido parte de un edificio monástico.



Ilustración Anexo 2- 3. Iglesia de San Salvador de Valdedios (Asturias) Fuente: José Manuel Iglesias Riveiro, Blog Iglesias de Oviedo(Iglesias Riveiro 2014)

Más adelante ya con la invasión musulmana consolidada, empezaron a aparecer los llamados monasterios de repoblación. Son aquellos monasterios creados en el territorio ganado en la reconquista. Una particularidad de estos monasterios es que tenían claras influencias arquitectónicas del lugar de origen de los repobladores. Suele coincidir con la época en la que la población mozárabe (cristianos que vivían en tierras gobernadas por musulmanes) empezó a emigrar hacia el norte de la Península. Durante mucho tiempo se hablaba de monasterios mozárabes y ahora también se está adoptando el término de monasterios de repoblación.

Un ejemplo curioso por su ubicación, lo encontramos dentro del Monasterio de San Salvador de Celanova en Orense. Se trata de la Capilla mozárabe de San Miguel (Ilustración Anexo 2- 4), encontrar ejemplos arquitectura mozárabe en Galicia suele ser poco frecuente. Construida en el año 937 se trataba de una iglesia monástica de una comunidad muy pequeña.



Ilustración Anexo 2- 4 Iglesia de San Salvador de Celanova (Orense). Fuente: Elaboración propia

Otro ejemplo de monasterio de repoblación sería San Baudelio (Baldiri 2013) de Berlanga en Soria (Ilustración Anexo 2- 5). La primera noticia que se tiene de esta iglesia, dedicada al mártir san Baudilio (Boal o Baudelio) de Nîmes, es del año 1136, en una sentencia donde es mencionada en su calidad de monasterio. El origen de este lugar no se ha podido aclarar, pero parece ser que se habría empezado a construir con la recuperación del territorio a los sarracenos, a finales del siglo XI. Por otra parte, la existencia de una cueva en parte natural y en parte excavada, también lleva a suponer la existencia de un eremitorio e incluso de un pequeño núcleo monástico anterior a la construcción del edificio. La iglesia mozárabe se levantaría más adelante sobre la cueva y actualmente el acceso a ésta se hace desde la zona inferior de la tribuna.



Ilustración Anexo 2- 5 Ermita de San Baudelio de Berlanga (Soria). Fuente: Elaboración propia

Tras la rápida conquista musulmana de la mayor parte de la península, en las montañas del norte se comenzaron a organizar núcleos de resistencia cristianos. Hasta el siglo X, estos núcleos simplemente resisten u ocupan zonas despobladas como el norte de la cuenca del Duero. La hegemonía en ese período está en manos de Al-Ándalus. Aprovechando la debilidad musulmana tras el fin del Califato y la disgregación de los Reinos Taifas, León y Castilla rebasan la Cordillera Central y ocupan la cuenca del Tajo. Toledo se reconquista en 1085. La ocupación del reino de Toledo significó la incorporación a su reino del territorio situado entre el Sistema Central y el río Tajo (Ocaña 2014).

En esta época es cuando comienza a entrar poco a poco un nuevo estilo artístico. Hablamos del románico. Aunque en Europa ya estaba más consolidado, en la Península, debido a la situación de inestabilidad, apareció más tarde. Hubo varios factores que ayudaron a su propagación. Una fue que al tratarse de construcciones en piedra, aguantaban mejor los ataques e incendios. El otro fue el auge del camino de Santiago y la influencia de órdenes religiosas como la de Cluny.

Tabla Anexo 2- 1 Línea cronológica desde el Románico hasta el Barroco

Cronología	Siglo XI	Siglo XII	Siglo XIII	Siglo XIV	Siglo XV	Siglo XVI	Siglo XVII
Hito Histórico	San Juan de la Peña tiene un abad cluniacense	Entrada del Cister	Introducción de los órdenes mendicantes (Dominicos y Franciscanos) Introducción de los Cartujos	Introducción de los Jerónimos	Descubrimiento de América y Conquista de Granada	Nacimiento de las Carmelitas Descalzas	
Periodo artístico	Románico			Gótico		Renacimiento	
Ejemplo constructivo	Silos			Guadalupe		San Lorenzo del Escorial	

El románico puede dividirse en tres fases: el primer románico (Arteguías 2008), el románico pleno y el tardorrománico.

El primer románico, se trata de un románico aún muy tosco, en el que apenas encontramos pintura ni miniatura ni tampoco escultura monumental. Su arquitectura comprende un área geográfica bien definida que discurre desde el norte de Italia, Francia mediterránea, Borgoña y tierras catalanas y aragonesas en España. Se desarrolló desde finales del siglo X hasta mediados del XI, salvo en lugares aislados.

El Románico pleno se desarrolló desde Oriente hacia Lisboa y del sur de Italia a Escandinavia. Se difundió gracias a los movimientos monásticos, a la unidad del culto católico con la liturgia romana y a las vías de comunicación a través de los caminos. Comenzó su despegue hacia la primera mitad del siglo XI y continuó hasta mediados del siglo XII. Los mejores ejemplos se dan en las llamadas iglesias de peregrinación que en España tienen su representación en la catedral de Santiago instalándose también en territorios de repoblación. Se caracteriza por la inclusión de la escultura monumental en portadas y tímpanos y por la decoración y labra de los capiteles, molduras, impostas, etc. Otro ejemplo muy representativo será la catedral de Jaca, de la que tomará su nombre el ajedrezado jaqués.

El Tardorrománico cronológicamente se distribuye desde el final del románico pleno hasta el primer cuarto del siglo XIII en que comienza a triunfar el arte gótico. Esta época es la de mayor actividad de construcción de monasterios de los monjes cistercienses.



Ilustración Anexo 2- 6 Claustro románico del Monasterio de Santo Domingo de Silos (Burgos). Fuente: Elaboración propia

Durante el siglo XII y con la entrada del Cister en España, podemos ver cómo se va evolucionando de las formas románicas a una arquitectura diferente, comienza el Gótico. Entre el siglo XII y el XIII, suele darse una convivencia de ambos estilos incluso en un mismo edificio. En ocasiones se designa como un nuevo estilo llamado protogótico y en otras simplemente se ha considerado que son elementos unidos de los dos estilos artísticos. Sea como fuera, existirá un periodo de transición del Románico al Gótico.

En la imagen (Ilustración Anexo 2- 7) podemos ver el Claustro de los Obispos del Monasterio de San Esteban de Ribas de Sil en el que conviven los arcos de medio punto y los pares de columnillas románicas con las bóvedas de arista góticas.



Ilustración Anexo 2- 7 Claustro de los Obispos Monasterio de San Esteban de Ribas de Sil (Orense). Fuente: Elaboración propia

Tras la innovación románica de abovedar las cubiertas, sobre todo los ábsides y el desarrollo de la bóveda de cañón; el gótico trae consigo una arquitectura más ligera, se sustituirá la bóveda de cañón por la de arista, lo que permitirá abrir huecos más grandes ya que el sistema de cargas no recaerá en su totalidad en los muros. Aparece pues, un uso más evolucionado de los contrafuertes en combinación con los arbotantes. Este movimiento surgido en Francia, llegará a la península de manos de los monasterios, ya que era el país de origen de las principales órdenes. Su influencia más notable la veremos en los monasterios cistercienses. En esta época muchos de los monasterios anteriormente románicos, realizaran reformas y reedificaran con el nuevo estilo.

Una nueva corriente reformista en la iglesia hará surgir en el siglo XIII la proliferación de las llamadas órdenes mendicantes. Estas órdenes se caracterizaran por una labor apostólica, por lo que se dejará el retiro en lugares inhóspitos, para edificar sus conventos en lugares poblados donde poder desarrollar su labor. También se verán influidos por el gótico en la construcción de sus edificios.



Ilustración Anexo 2- 8 Cartuja de Miraflores (Burgos). Elaboración propia

En España existirán además corrientes artísticas propias como el Gótico Isabelino (Ilustración Anexo 2- 8), impulsado por los Reyes Católicos y el mudéjar (Ilustración Anexo 2- 9), que recogerá la herencia islámica de la península y la fusionará con los nuevos estilos cristianos. Otro estilo que estará a caballo entre el gótico y el Renacimiento será el Plateresco, conservará las estructuras góticas, pero utilizará elementos decorativos propios del Renacimiento como frontones, sillares almohadillados, escudos, conchas, etc.



Ilustración Anexo 2- 9 Monasterio de Santa María de Guadalupe (Cáceres). Fuente: Elaboración propia

Con el descubrimiento de América y la expulsión de los musulmanes de la Península, comienza un nuevo periodo en España. La unificación en un solo reino comenzada por los Reyes Católicos y la existencia de una sola religión, hará que proliferen los centros monásticos. España pasa a convertirse en un gran Imperio de la mano de Carlos V y este hecho hará que se abra al exterior y empiece a calar un nuevo estilo surgido en Italia. Hablamos del Renacimiento. Esta corriente de pensamiento, en la que se pasa del teocentrismo al humanismo, influirá en todas las artes incluida la arquitectura. Los monasterios no serán ajenos a esta tendencia y muchos de ellos utilizaran este estilo en sus ampliaciones o reformas.

El estilo renacentista hará como ya lo hiciera el románico una revisión de los modelos clásicos. Como podemos ver en el monasterio de Santa María de Monte de Ramo (Ilustración Anexo 2- 10), hay una vuelta al uso de arco de medio punto y los capiteles de las columnas se inspiran en los órdenes dórico, jónico y corintio. El uso de medallones también será una característica decorativa propia de esta nueva corriente.



Ilustración Anexo 2- 10 Claustro renacentista de la Portería. Monasterio de Santa María de Monte de Ramo (Orense).
Fuente: Elaboración propia

Con el rey Felipe II, hará su aparición una variante del Renacimiento en España, el estilo Herreriano. El monarca decide edificar un gran monasterio que será además de palacio, tumba real. Para esta magna empresa contará con el arquitecto Juan de Herrera, del que tomará nombre esta corriente artística. El Monasterio del Escorial (Ilustración Anexo 2- 11) será un referente e inspiración para otros monasterios que se construirán en España y a los que por sus semejanzas al mismo también se les llamará de estilo escorialense.

Sus características principales serán la ausencia de decoración, la horizontalidad de los edificios, el uso de la pizarra en las cubiertas, la predominancia del muro sobre el vano y el remate de torres con chapiteles en las esquinas. Será el estilo utilizado por los Austrias para construir otros edificios. Podremos ver su difusión principalmente en la Sierra de Madrid, pero será un estilo que llegará hasta Sudamérica.

Tomando como inspiración las formas clásicas rescatadas por el Renacimiento, el siglo XVII comenzará a darle la Bienvenida a una nueva corriente, el Barroco. Heredero del clasicismo del estilo anterior, optará por jugar con las formas y los volúmenes. El círculo se convertirá en óvalo. Las fachadas alternarán lo cóncavo y lo convexo. En general tratará de darle dinamismo a una estructura antes muy simétrica y medida.



Ilustración Anexo 2- 11 Monasterio de San Lorenzo del Escorial. Fuente: Elaboración propia

Este contraste podemos verlo en el claustro procesional de San Salvador de Celanova (Ilustración Anexo 2- 12). Si observamos la imagen, el claustro cuenta con dos cuerpos. El inferior, renacentista construido en el siglo XVI. En el superior, el Barroco, ya del siglo XVIII. El gran contraste entre ambos es evidente, aunque como ambos siguen las líneas clásicas, no desentona. Como detalle curioso destacan las gárgolas.

Tabla Anexo 2- 2. Línea cronológica desde el Barroco hasta nuestros días. Fuente: Elaboración propia

Cronología	Siglo XVII	Siglo XVIII	Siglo XIX	Siglo XX	Siglo XXI
Hito	Últimos Austrias	Entrada de los Borbones	Desamortizaciones		Guerra civil
Histórico	BARROCO	NEOCLÁSICO	ROMANTICISMO		CONTEMPORÁNEO
Periodo artístico					
Ejemplo constructivo	Claustro San Salvador de Celanova	Claustro de Santa María de Meira		Colegio de las Madres Teresianas de Barcelona	



Ilustración Anexo 2- 12 Claustro barroco del Monasterio de San Salvador de Celanova (Orense). Fuente: Elaboración propia

Con la llegada al trono de Felipe V y con él la dinastía borbónica, surge una ruptura en el desarrollo del Barroco. El nuevo rey, proveniente de Francia traerá con él nuevos gustos estéticos y corrientes de pensamiento que se estarán desarrollando en Europa. El gusto por la historia, el interés por la arqueología y por los ideales clásicos greco-romanos, irán abriendo poco a poco la senda de lo que se llamará Pensamiento Ilustrado. Todo esto se verá reflejado en la arquitectura de la mano del Neoclasicismo. Como su nombre indica será una nueva versión de lo recogido en el arte clásico. Y además una oposición total al Barroco. Se caracterizará por una arquitectura de líneas puras (Ilustración Anexo 2- 13), en donde la simetría y las proporciones serán predominantes, además del uso de elementos decorativos clásicos como ya viéramos en el Renacimiento.

A finales del siglo XVIII comenzará un proceso que influirá notablemente en la vida monástica en España, las desamortizaciones. Hablamos de desamortizaciones, porque si bien se suele hablar de la de Mendizábal, en realidad fue un proceso dividido en cuatro fases (Pardo 2008). Lo que se pretendía era que todas las tierras que no se estaban cultivando pasaran a manos de personas que si pudieran trabajarlas. Estas tierras eran las pertenecientes a las llamadas "manos muertas" y no podían ser enajenadas. Por lo general pertenecían al clero, pero también era parte de las tierras comunales de los ayuntamientos.



Ilustración Anexo 2- 13. Restos del claustro neoclásico de Santa María de Meira (Lugo). Fuente: Elaboración propia

La primera fase se inició en 1798 y afectó a bienes raíces pertenecientes a casas de beneficencia, hermandades, obras pías y patronato de legos.

La segunda fase tuvo lugar durante el Trienio Liberal (1820- 1823). Durante este período fue suprimida la compañía de Jesús, se incautaron los bienes de numerosos monasterios, se prohibió la fundación de otros nuevos y se entregaron a la Hacienda Pública las rentas sobrantes de los conventos que quedaban. Se calcula que a lo largo del Trienio se habían abandonado 801 monasterios, casi la mitad de los existentes.

La tercera fase es la comúnmente conocida como desamortización de Mendizábal, se inició en 1836 y se concluyó en 1844.

La Desamortización de Madoz se inició por la ley del 1 de Mayo de 1855 por la que se declaraban en estado de venta todos los predios rústicos y urbanos pertenecientes al Estado, al clero, a las Órdenes Militares, a cofradías, obras pías y santuarios, a los propios y comunes de los pueblos, a la beneficencia, a la Instrucción Pública y a cualquiera de los otros pertenecientes a "manos muertas". La desamortización de Madoz cierra el círculo del proceso desamortizador del siglo XIX en España.

Si bien fueron medidas que pretendían beneficiar al pueblo, las consecuencias no fueron tan beneficiosas como se esperaba. Lo que se consiguió fue que los burgueses pujaran por las tierras y se constituyeran grandes latifundios. Se explotaron las tierras pero a costa de presionar a los trabajadores. Al suprimir los terrenos comunales muchos campesinos vieron mermada su economía, ya que eran lugares de los que se sacaba leña, se cultivaban pequeños huertos, se recogían frutos y pastaba el ganado.

Desde el punto de vista monástico (Caro Baroja 2008), supuso la exclaustación de la mayoría de los edificios. En 1835 (Barrio Gozalo 2000), el gobierno del conde de Toreno, aprueba la Real Orden de Exclaustación Eclesiástica de 1835 de 25 de julio por la que se suprimían todos los conventos en los que no hubiera un mínimo de doce religiosos. El 1 de octubre de ese mismo año con el gobierno de Mendizábal se precisó sólo quedaron fuera de la exclaustación ocho monasterios en toda España. Finalmente, el 8 de marzo de 1836, apareció un nuevo decreto que suprimía todos los conventos de religiosos (con algunas excepciones, como escolapios y hospitalarios), y un año después se dictó otro más (29 de julio de 1837) que hacía lo propio con los conventos femeninos (salvo los de las Hermanas de la Caridad). En el caso de las monjas de suprimen los beateríos no dedicados a hospitalidad o a enseñanza primaria y sólo se permite un convento de la misma orden en cada pueblo o ciudad, pero los restantes conventos pueden subsistir si cuentan con un mínimo de 20 religiosas profesas. Además se prohíbe la admisión de novicias y se proclama el derecho de exclaustación para las monjas que lo deseen.

Por lo tanto, ya a partir de esta época, no se construyeron más conventos, habrá que esperar a finales del siglo XIX para poder hablar de nuevas construcciones. Ejemplos son el Monasterio Cisterciense de Santa María de las Escalonías en Córdoba o el también cisterciense femenino Santa María de Valldonzella en Barcelona. Este último de estilo modernista neogótico obra del arquitecto Bernardí Martorell. Pero sin duda habría que destacar uno que a pesar de su "juventud" es Bien de Interés Cultural, hablamos del Convento de las Madres Teresianas de Barcelona (Ilustración Anexo 2- 14) cuya función principal ha sido la de colegio, obra del ya de sobra conocido Antoni Gaudí.



Ilustración Anexo 2- 14 Colegio de las Madres Teresianas (Barcelona) Fuente: web Barcelona Turisme (web Barcelona Turisme 2017)

Anexo 3. Arquitectura premostratense

3.1. La orden premonstratense.

Para conocer los orígenes de esta Orden, tenemos que acercarnos a la figura de su fundador, San Norberto (Ilustración Anexo 3- 1). Nacido en Xanten (Alemania) en 1080. Perteneciente a una familia noble llegó a ser limosnero en la Corte de Enrique V. Tuvo un accidente al caerse de su caballo que cambió su vida e hizo que su fe creciera. Durante un retiro espiritual al bosque cercano a Saint-Gobain (Francia) tiene una visión en la que ve a un grupo de monjes ataviados con hábitos blancos, cantando salmos dirigirse a una capilla en ruinas. Es así como con esta premonición, decide fundar la orden de Prémontré (Prémontré) que significa antes mostrado. Desde ese momento se acogerán a la regla de San Agustín.

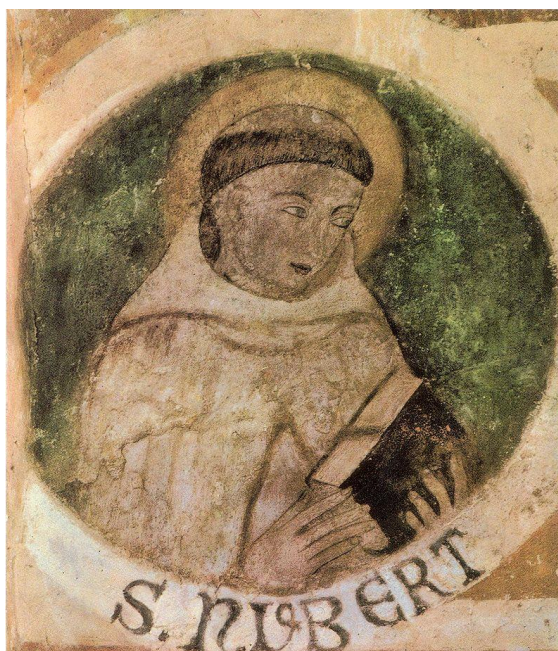


Ilustración Anexo 3- 1 Fresco de San Norberto en la Abadía de San Severo en Orvieto (Italia) Fuente: Historiograf(Historiograf 2005)

La Orden será conocida como la orden de Canónigos Regulares Premostratenses, pero también como Premostratenses, Norbertinos y en el caso de España también como Mostenses.

La singularidad de esta orden radica en que está a caballo entre la vida contemplativa y la apostólica. De hecho, se les podría considerar los precursores de las órdenes mendicantes.

Una característica de los primitivos monasterios norbertinos, es que fueron mixtos en sus orígenes (hasta 1137) —religiosos y religiosas vivían juntos—, y estaban agrupados en grandes zonas geográficas (circarías). Más tarde, construirían monasterios separados para albergar a cada sexo.

Tuvieron un gran desarrollo en Europa, sobre todo en Alemania, Francia y Bélgica. Hoy en día siguen existiendo como orden. Cuentan con más de 1300 (Order Premontré 2013) miembros y tienen presencia en los cinco continentes.

3.2. La orden premostratense en España.

La orden es introducida en la península Ibérica por dos nobles castellanos, Sancho Ansúrez y Domingo de Candesquina, quienes fundan respectivamente los monasterios de Retuerta (Valladolid), que será la casa madre de la Circaria hispánica, y La Vid (Burgos).

En España se establecen dos provincias o circarias: la de Gascuña en el sur francés que incluye monasterios en Navarra, Cataluña y Mallorca; y la Hispánica, que engloba los reinos de Castilla y León.

En España ya no existen Premostratenses en su rama masculina. La Desamortización de Mendizábal de 1834 acabó con siglos de evangelización de la Orden en España que contaba con al menos cuarenta casas entre abadías y prioratos. Desde entonces no han vuelto a restaurar la vida premostratense masculina en España. Los monasterios más significativos de la Orden en nuestro país fueron Santa María la Real de Aguilar de Campoo (Palencia), Santa María de Bujedo (Burgos), Santa María de la Vid (Burgos), etc. Muchos de sus monasterios pertenecen ahora a otros Institutos Religiosos, otros son destinados a usos públicos.

Sin embargo, cabe destacar que la rama femenina de la Orden sí sigue presente en España. Concretamente en dos monasterios, Santa Sofía en Toro (Zamora) y Villoria de Órbigo (León). La Canonisas o Canónigas Regulares de Premontré siguen la senda de la vida contemplativa. De la parte apostólica, como era la de ocuparse de las parroquias y oficiar misa, no pueden encargarse por su condición de monjas.

3.3. Arquitectura mostense en España.

La arquitectura de la orden en su vertiente española se materializó en la construcción de sus monasterios. Aunque no debemos olvidar que esta Orden también poseía parroquias, granjas, molinos, etc.

Como ya hemos comentado, al parecer los monasterios en un principio eran dúplices, como pasaba en su monasterio matriz. Lo cierto es, que algunos autores discrepan sobre la veracidad de esta afirmación, aludiendo a una mala interpretación de la documentación. Verdad o no, por el momento no han quedado trazas o vestigios arqueológicos que refrenden la duplicidad de los monasterios en la península. Sí que sabemos que hubo monasterios femeninos y masculinos y que a tenor de lo establecido en el segundo concilio de Letran (1139), en el que se insta a la separación de los monasterios dúplices, debió ser una práctica habitual.

La arquitectura premostratense en la península, como pasó con el resto de las órdenes del monacato, fue condicionada por varios factores: la topografía del terreno, la accesibilidad a los materiales, las donaciones de los fundadores, el sexo de los ocupantes y el carisma de la orden.

En cuanto a la topografía del terreno, obviamente, la distribución del monasterio en ocasiones dependerá de su situación geográfica. Encontraremos los monasterios alejados de los grandes núcleos poblacionales, pero no demasiado, ya que como hemos indicado la orden tenía un claro objetivo pastoral. Dependerá también del terreno si es donado o adquirido. En ocasiones eran los donantes fundadores los que establecían que se debía construir el monasterio en un lugar concreto, a veces incluso ya se cedía el monasterio construido o un conjunto de casas o un palacio y se ponía bajo la advocación de una Orden a elección del donante. Por lo tanto, la arquitectura será diferente si se trata de un edificio ya existente que se adapta o un edificio que se construye desde el principio.

Se construirán con unos materiales u otros dependiendo de su localización geográfica. Teniendo en cuenta que mayoría de estos edificios se construyó con piedra, parece claro afirmar que utilizaran los materiales más cercanos al lugar de construcción.

Será fundamental en la construcción de estos edificios la accesibilidad al capital para construirlo, generalmente mediante donaciones. Los nobles donaban grandes sumas de dinero o entregaban tierras o fincas a cambio de la construcción de capillas o lugares para su posterior enterramiento en la propia iglesia. Podremos ver algunos casos en los que se proyectó una Iglesia de mayores proporciones y por problemas económicos no llegó a concluirse como podemos ver en Bujedo, Retuerta o Bellpuig de les Avellanes (Taranilla de la Varga 2017).

En cuanto al sexo de la orden, aunque en líneas generales se trataba de edificios muy parecidos, tenemos que tener en cuenta que las funciones eran diferentes. Normalmente las monjas, no tendrían una función pastoral como en el caso de la rama masculina, por lo que hacían una vida más parecida a la de otras órdenes del monacato, vida de clausura y contemplativa. Al no poder officiar misa, su sacristía solía ser más pequeña ya que solo estaba destinada al capellán o sacerdote que se encargaba de la comunidad. En el caso de los monjes, en la Iglesia, debido a la obligatoriedad de officiar misa diaria, existirán infinidad de capillas y altares en los laterales de la nave central para que los monjes pudieran cumplir con su deber.

Al hablar del carisma de la Orden, diferentes autores discrepan sobre si existe o no una arquitectura propia de la orden premostratense. Debemos decir, que existe muy poca documentación sobre esta orden en comparación con los Benedictinos, Cistercienses o Cartujos. Un hecho que sin duda influyó mucho fue la desaparición de la orden en su rama masculina en la península y que sólo queden dos monasterios femeninos en la actualidad. Aunque existe bibliografía a favor y en contra, en nuestro caso expondremos la situación actual de los monasterios existentes y haremos un estudio comparativo entre ellos para dilucidar si existen similitudes.

En las siguientes tablas (Tabla Anexo 3- 1 y Tabla Anexo 3- 2) se recogen los monasterios existentes o que en principio existe documentación de su existencia. Los dividiremos por circárías. Los que permanecen sombreados son los que actualmente ostentan la calificación de B.I.C.

Tabla Anexo 3- 1 Situación actual de los monasterios pertenecientes a la Circaria Hispánica. Fuente: Elaboración propia

CIRCARIA HISPÁNICA	Situación Actual
Santa María de Aguilar de Campoo (Palencia)	Su estado de conservación es bueno. Actualmente exclaustro. Es la sede de la Fundación Santa María la Real y un Instituto
San Leonardo de Alba de Tormes (Salamanca)	Su estado de conservación es malo, ya que el monasterio premostratense acabó en ruinas y fue reconstruido por los Jerónimos. Años más tarde volvió a arruinarse y ha sido reconstruido por los Padres Reparadores. Actualmente es una Seminario e Instituto y en la Iglesia se encuentra un museo arqueológico. Quedan algunos restos del antiguo claustro.
San Pelayo de Arenillas	Su estado de conservación es malo, se conserva la iglesia y la sala capitular. El estado de los mismos es bueno. Actualmente es Parroquia y cementerio.
Sancti Spiritus de Ávila	Hoy prácticamente desaparecido. Se conservan algunas fotografías antiguas y un plano de distribución.
Santa María de Bujedo de Campajares	Su estado de conservación es bueno. Actualmente lo habitan Hermanos de La Salle. Es residencia de padres mayores, casa de ejercicios espirituales, colonias, etc.
San Pelayo de Cerrato	Después de mucho tiempo en ruinas, la Fundación Siro lo adquirió para convertirlo en su sede. Aunque actualmente es prácticamente nuevo, sí que han conservado elementos originales e hicieron trabajos de excavación arqueológica de los que se puede sacar mucha información.
Santa María de la Caridad de Ciudad Rodrigo	Aunque abandonado conservaba muchos de los espacios en pie. Actualmente lo ha comprado un grupo hotelero para rehabilitarlo y poner un hotel de 35 habitaciones.
San Miguel de Gros	Hoy desaparecido.
San Cristóbal de Ibeas de Juarros	Se encuentra en muy mal estado, tan solo conserva algún muro en pie.
San Saturnino de Medina del Campo	Su estado de conservación es malo, solo se conserva el ábside de la iglesia. Se encuentra dentro de una parcela privada en la calle Mostenses en Medina del Campo.
Santa María de Retuerta	Se encuentra en buen estado. Actualmente es un hotel de 5 estrellas, Le Domaine.
Santa Cruz de Ribas o Monzón	En estado de abandono pero conservando bastantes elementos en pie. El obispado lo ha cedido al Ayuntamiento para que lo rehabilite y lo convierta en centro cultural.
Santa María de los Huertos de Segovia	Se encuentra en mal estado. Se hicieron trabajos arqueológicos.
Santa María de La Vid	Se conserva en buen estado. Actualmente lo habitan los Padres Agustinos.
San Miguel de Villamayor de Treviño	Se encuentra mal conservado. Solo conserva algún muro y la espadaña.
Santa María de Villamediana	Hoy Villamediana es Villamedianilla de Castrojeriz. Se encuentra en ruinas.
Santa María de Villoria de Órbigo	Sigue siendo premostratense, ocupado por monjas. Su estado de conservación es bueno, aunque se perdieron partes originales en un incendio.
Bañosera (Palencia)	Al parecer la Parroquia de Miguel Arcángel pertenecía a los premostratenses. Así como la de Santa Eulalia. Pero no parece que fuera como tal un monasterio.
Brazacorta	Fue un monasterio femenino. Actualmente solo conserva la Iglesia y funciona como templo parroquial. Su estado de conservación no es muy bueno.
Fresnillo de las Dueñas	Existió un convento femenino, hoy desaparecido.

Santa Sofía de Toro	Actualmente sigue siendo monasterio femenino premostratense. Su estado de conservación es bueno.
San Pablo de Sordillos	Actualmente solo queda la Iglesia. De las dependencias monacales no queda ningún resto. Se dice que pudo ser el lugar donde destinaron a las canonisas del San Miguel de Villamayor, pero no hay datos suficientes.
Monasterio de Nuestra Señora allende Duero, Morón de Almazán	Dentro de una finca privada, poco queda del monasterio, salvo restos de fustes y capiteles.
San Joaquín de Madrid	El convento de San Joaquín, su verdadero nombre, de padres premostratenses de San Norberto era más conocido por los Afligidos por una imagen de la Virgen así denominada que se veneraba en el altar mayor de la iglesia del convento. El edificio fue parcialmente derribado durante la guerra de la Independencia y desapareció por completo a finales del siglo XIX, aunque sus restos siguieron a la vista hasta después de la guerra civil en que se niveló la calle de Princesa.
San Norberto de Madrid	Fue demolido durante la invasión francesa por orden de José Bonaparte, abriéndose en su lugar la plazuela de los Mostenses. Sobre esta plaza, se construyó en 1876 un mercado de hierro demolido en 1925 con motivo de las obras de la Gran Vía. En la actualidad, su solar lo ocupa la nueva plaza y mercado de los Mostenses.
Santa María de Tejo	Sólo queda la Iglesia.
Santa Columba de Toledo	Hoy desaparecido

Tabla Anexo 3- 2 Situación actual de los monasterios pertenecientes a la Circaria de Gascuña. Fuente: Elaboración propia

CIRCARIA GASCUÑA	Situación Actual
Bellpuig de les Avellanes (Noguera)(Lleida)	Actualmente pertenece a los Hermanos Maristas, que lo han convertido en casa de ejercicios espirituales, hospedería, restaurante, etc. Su estado de conservación es bueno.
Santa María de Bellpuig el Vell (Noguera)	Su estado de conservación es malo. No hay muchos restos del monasterio. Al parecer fue donde se asentó la comunidad antes de fundar Bellpuig de les Avellanes.
Santa María de Vallclara de Monst Sant (Cabacés)	Solo quedan algunos restos diseminados porque fue derribado. Actualmente en su solar hay unas escuelas.
Santa María de Bonrepòs (Pallars Jussà)	Antiguo monasterio femenino. Mal conservado, solo queda una parte del ábside de la iglesia.
Sant Nicolau de l'Hospitalet, o de Fondarella	Actualmente no queda nada.
Santa María de Mur (Pallars Jussà)	Se conserva bien a pesar de no ser habitable. Sus pinturas murales se encuentran en Boston y en el Museo de Arte de Cataluña.
Santa María de Artà o Bellpuig de Artà (Mallorca oriental)	Actualmente se están realizando prospecciones arqueológicas. Estuvo en manos privadas y ahora pertenece al gobierno balear que quiere recuperarlo. Su estado no es bueno pero conserva elementos originales.
Monasterio de Santa María de Aguilar (Noguera)	Podría haber sido un monasterio femenino. Hoy solo queda la Iglesia.
Monasterio de Urdax	Su estado de conservación es bueno. Originales se conservan el claustro y la iglesia. Actualmente es un museo de pintura y escultura contemporánea y también sobre la historia del propio monasterio

3.4. Características de arquitectura mostense en España.

3.4.1. Distribución en Planta

En cuanto a la distribución en planta (Ilustración Anexo 3- 2 y Tabla Anexo 3- 3), no existen demasiadas diferencias con respecto a los monasterios de las órdenes benedictina y cisterciense. Encontramos el claustro como eje vertebrador de la construcción. Con forma cuadrangular, compuesto por cuatro pandas.

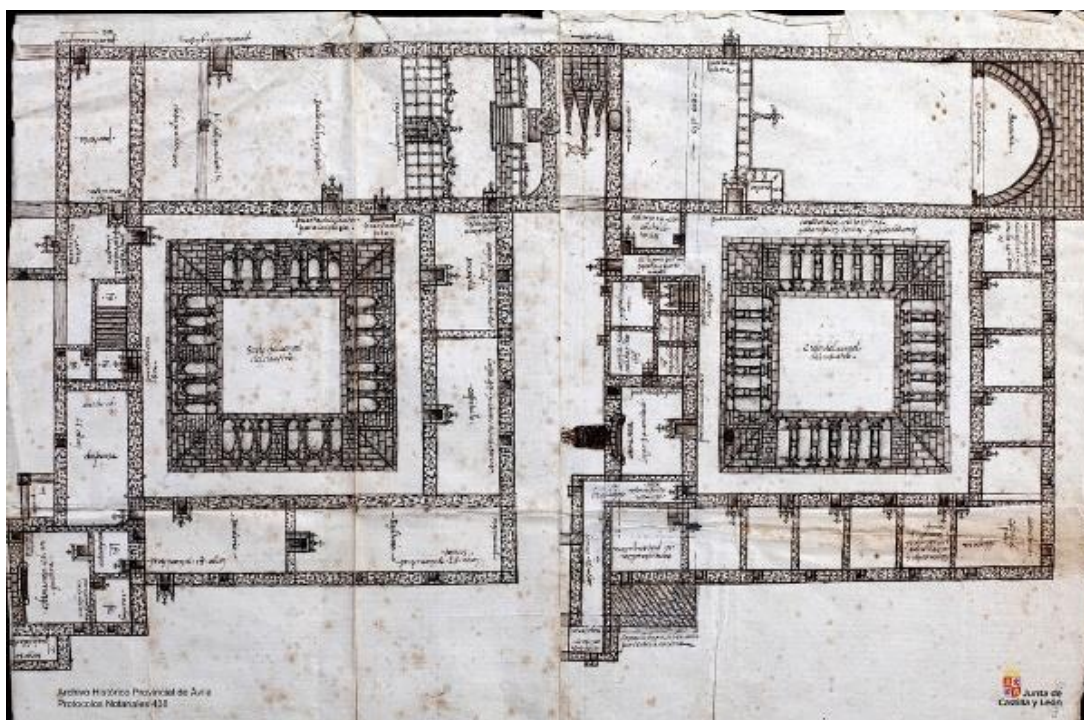


Ilustración Anexo 3- 2 Plano de distribución del monasterio de Sancti Spiritus (Ávila). Fuente: Archivo Histórico provincial de Ávila. Protocolos notariales 438.

Tabla Anexo 3- 3 Distribución habitual en los monasterios premostratenses. Fuente: Elaboración Propia

Panda	Estancias
Norte	Encontramos por lo general la iglesia en la panda norte, con la cabecera hacia el este. Como excepción tenemos el caso de Monasterio de la Vid en el que la Iglesia se encuentra en la panda sur.
Este	En la panda este, siempre encontramos la sala capitular y la sacristía. En la panda contraria a la Iglesia.
Sur	En casi todos los casos la sur, encontramos el refectorio y la cocina, en algunos casos también el Desiderio. En la cocina solía haber una chimenea. La despensa podía estar seguida de la cocina en la panda sur o en la panda oeste.
Oeste	Normalmente en la panda oeste se encontraba la cilla o almacén.

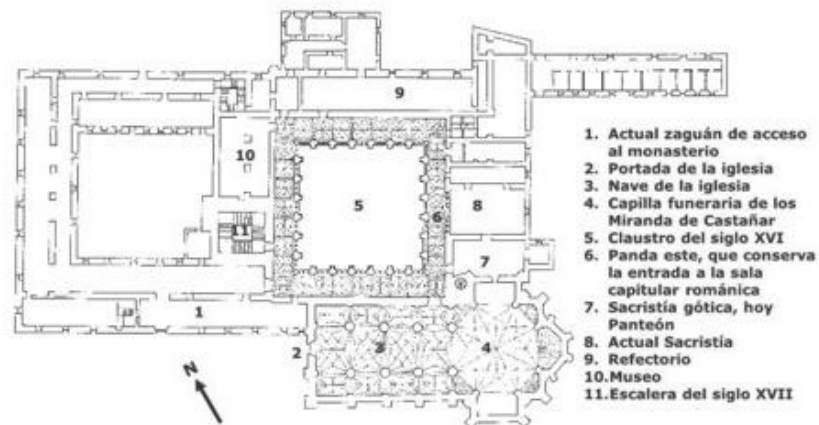
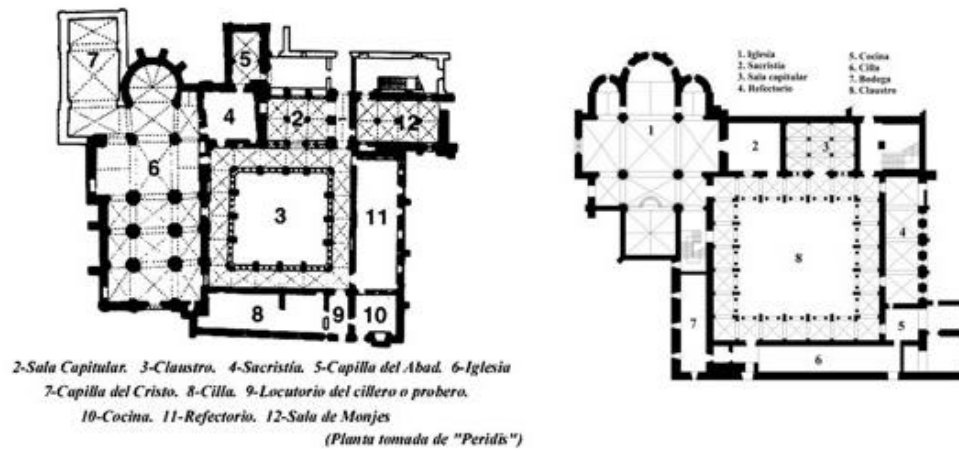


Ilustración Anexo 3- 3. (Arriba izquierda) Santa María la Real de Aguilar de Campoo. (Arriba derecha) Santa María de Retuerta. (Centro) Santa María de la Vid. (Abajo izquierda) Bellpuig de les Avellanes. (Abajo derecha) Santa María de Bujedo de Campajares. Fuente: Peridís; la Frontera del Duero.com; viajarconarte.blogspot.com; Gaietà Barraquer; Bujedo.com.

Como excepciones a este modelo de organización podemos ver en el caso de San Pelayo de Cerrato la existencia de una sala de baños en el exterior de la Iglesia o la hospedería en lugar que solía ser de la cilla. En el caso de Avellanes, encontramos en la panda oeste las cuadras y un horno y las celdas de los monjes fuera del claustro. En el caso de la Vid, vemos la Biblioteca sobre el refectorio. Si observamos el plano de Bujedo, vemos que al no completar la nave de la iglesia toda la panda norte, se aprovechó parte de esta como bodega.



Al parecer en los orígenes de estos monasterios no existía una biblioteca como tal, por lo que en muchos de estos planos no podemos apreciarlo, pero en los que recogen reformas posteriores sí que aparece.

Vemos también en ocasiones la cocina pegada al refectorio pero fuera del claustro como en el caso de la Vid, Bujedo y San Pelayo de Cerrato. En el caso de la Vid al principio la cocina sí se encontraba contigua al refectorio, pero con la ampliación del mismo cambió de lugar.

Por lo tanto podemos concluir, como ya recogen otros autores, que existen muchas similitudes entre la distribución clásica de estancias alrededor del claustro que vemos en otras órdenes del monacato. Y podemos confirmar sus diferencias como el Desiderio (Sancti Spiritus y Bujedo) y la capilla del Abad (En Aguilar). También que existieron excepciones en la distribución que presumiblemente respondían a los usos concretos de cada comunidad, por lo que podríamos considerar que aunque pudiese haber habido una regla establecida para la distribución de las diferentes dependencias, esta no debía ser muy estricta.

3.4.2. La iglesia:

Como ya hemos referido con anterioridad, el carácter apostólico de la orden era una característica que también se reflejaría en su arquitectura, concretamente en la Iglesia. Puesto que esta tendría una función parroquial, estaría preparada para que asistieran los fieles, por lo que estará abierta al exterior mediante una puerta.

Un rasgo característico sería el uso de la espadaña o el campanario, para poder llamar a misa.



Ilustración Anexo 3- 5 Espadañas. Aguilar de Campoo. La vid. Retuerta. Fuente: Elaboración propia y Abadía de Retuerta

Por lo general encontraremos iglesias de tres naves, aunque alguna podía ser de solo una como en el caso de Santa Sofía de Toro. Por los monasterios que han llegado hasta nuestros días y los planos antiguos, deberemos situar el coro a los pies de la Iglesia. Habitualmente antes se colocaba el coro en el crucero y posteriormente con el tiempo el coro ha cambiado su lugar, sobre todo si se trata de un coro alto.

Una de las estancias que diferencia a los templos premostratenses de los demás es la llamada capilla del abad. Esta capilla que se situaba habitualmente al este de la sacristía a través de la cual se comunicaba con la Iglesia. Solo queda en pie, en Santa María la Real de Aguilar de Campoo y en Bujedo, aunque en otras iglesias aparece recogida su existencia en documentación antigua como en el caso de Urdax (López de Guerreño Sanz 2016).

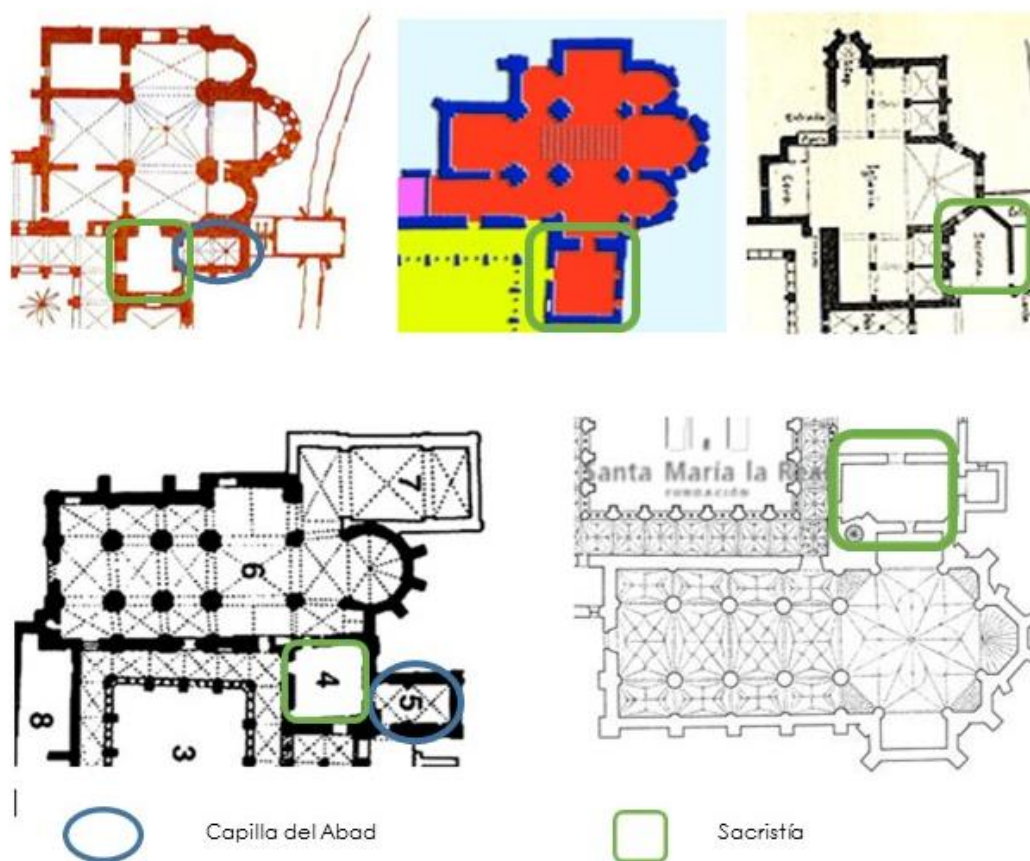


Ilustración Anexo 3- 6 Plantas de las iglesias. (Arriba) Bujedo de Campajares, Santa María de Retuerta y Santa María de Avellanes. (Abajo) Santa María la Real de Aguilar de Campoo y Santa María de la Vid

Un elemento que atestigua el uso de estas iglesias por parte de gente ajena a la comunidad es el uso del púlpito. Como apreciamos en azul en este plano antiguo de Sancti Spiritus de Ávila. Podemos apreciar la reja, también el coro alto a los pies. La espadaña a los pies de la Iglesia. Y las entradas tanto desde el claustro para la comunidad, como desde el exterior, para los fieles.

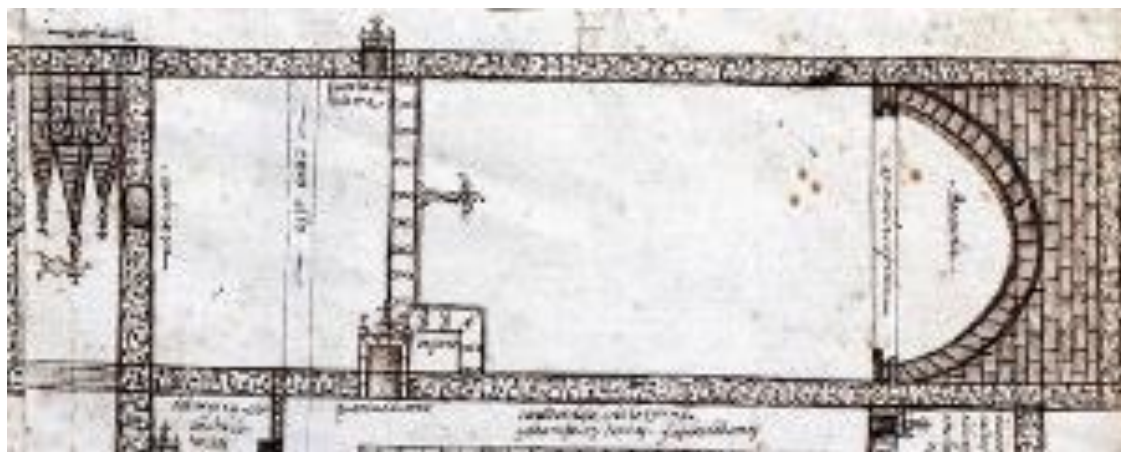


Ilustración Anexo 3- 7 Detalle de la planta baja y alta de la Iglesia de Sancti Spiritus (Ávila). Fuente: Archivo Histórico provincial de Ávila. Protocolos notariales 438.

Aunque se ha querido comparar la arquitectura premostratense con la cisterciense, en el que caso de la Iglesia vemos más diferencias que similitudes. No nos consta que existiese girola en los templos premostratenses y en cuanto a los ábsides, no encontraremos ábsides con el testero recto, al gusto de San Bernardo, sino semicirculares y abovedados en piedra. Y en ocasiones, con formas poligonales como es el caso de Bellpuig de les Avellanes o Santa María de la Vid.



Ilustración Anexo 3- 8. Ábsides de Santa María de la Vid y Bellpuig de les Avellanes. Fuente: Elaboración propia y monestirs.cat

3.4.3.El claustro:

Como venimos reiterando el claustro era una de las partes principales del monasterio. Los claustros premostratenses, en un principio fueron de una planta, y posteriormente adaptándose a las necesidades de cada momento fueron ampliados en otra altura o sobreclaustro. Por lo general, probablemente se suprimió la antigua sala de monjes para construir la nueva escalera de acceso a la planta alta. Y también esta modificación provocó el traslado del coro en la iglesia. Habitualmente esta nueva construcción, sirvió para albergar las celdas de los monjes, cuando se pasó de dormitorio común a celda individual. Por lo general, la parte alta se cubrió con ventanas. En algunos casos como en el monasterio de la Vid, incluso se acristaló el claustro bajo.

Característica habitual será encontrar pequeños contrafuertes flanqueando las arcadas del claustro inferior. Otro elemento habitual será encontrar un pozo en la parte central del claustro. No encontraremos un rasgo estilístico común, puesto que su decoración y ornamentación corresponderá con la corriente arquitectónica contemporánea de su construcción (Ilustración Anexo 3- 9).



Ilustración Anexo 3- 9 Claustros. (Izquierda) Santa María de la Vid. (Derecha arriba) Santa María de Retuerta. (Derecha abajo) Santa María de Aguilar de Campoo. Fuente: Elaboración propia

Sí que hemos podido comprobar que en muchas ocasiones la sala capitular se abría al claustro mediante una puerta y dos ventanas a los lados. Habitualmente encontraremos claustros abovedados en piedra, no parece que el artesonado fuera muy común en la arquitectura premostratense, al menos en el claustro bajo.

Anexo 4. Cálculo de las transmitancias de los elementos característicos

Tabla Anexo 4- 1 Cálculo de la transmitancia de muro de fachada de adobe. Fuente: Elaboración propia

MURO		FACHADA DE ADOBE
Fachada formada por bloques de adobe dispuesto en aparejo inglés con juntas de agarre horizontales y verticales con tierra amasada con paja		
e= espesor (cm)	R= resistencia (m²K/W)	U= transmitancia (W/m²K)
33 cm	$R = 1,24 \times 0,33 = 0,409$	$U = 1 / (0,409 + 0,13 + 0,04) = 1,72$
+ Recovo de mortero de cal de 1cm por el exterior o interior		
1 cm + 33 cm	$R = (0,01 + 1,24) \times 0,34 = 0,425$	$U = 1 / (0,425 + 0,13 + 0,04) = 1,68$
+ Revoco de mortero de cal por el interior y por el exterior		
1 cm + 33 cm + 1 cm	$R = (0,01 + 1,24 + 0,01) \times 0,35 = 0,441$	$U = 1 / (0,441 + 0,13 + 0,04) = 1,63$
Fuente: Catálogo de rehabilitación energética País Vasco y Adobera del Norte		

Tabla Anexo 4- 2 Cálculo de la transmitancia de muro de fachada de ladrillo aplanillado. Fuente: elaboración propia

MURO		FACHADA DE LADRILLO APLANTILLADO
Fachada formada por una hoja de ladrillo macizo aplanillado, con juntas de mortero.		
e= espesor (cm)	R= resistencia (m²K/W)	U= transmitancia (W/m²K)
15 cm	$R = 0,25$	$U = 1 / (0,25 + 0,13 + 0,04) = 2,38$
+ Recovo de mortero de cal de 1cm por el exterior o interior		
1 cm + 11 cm	$R = (0,01 + 0,25) = 0,26$	$U = 1 / (0,26 + 0,13 + 0,04) = 2,325$
+ Revoco de mortero de cal por el interior y por el exterior		
1 cm + 11 cm + 1 cm	$R = (0,01 + 0,25 + 0,01) = 0,27$	$U = 1 / (0,27 + 0,13 + 0,04) = 2,272$
Fuente: Catálogo de rehabilitación energética País Vasco		

Tabla Anexo 4- 3 Cálculo de la transmitancia de muro de fachada de ladrillo macizo. Fuente: Elaboración propia

MURO		FACHADA DE LADRILLO MACIZO
Fachada formada por una hoja de ladrillo macizo, con juntas de mortero.		
e= espesor (cm)	R= resistencia (m²K/W)	U= transmitancia (W/m²K)
11 cm	$R = 0,25$	$U = 1 / (0,25 + 0,13 + 0,04) = 2,38$
+ Recovo de mortero de cal de 1cm por el exterior o interior		
1 cm + 11 cm	$R = (0,01 + 0,25) = 0,26$	$U = 1 / (0,26 + 0,13 + 0,04) = 2,325$
+ Revoco de mortero de cal por el interior y por el exterior		
1 cm + 11 cm + 1 cm	$R = (0,01 + 0,25 + 0,01) = 0,27$	$U = 1 / (0,27 + 0,13 + 0,04) = 2,272$
Fuente: Catálogo de rehabilitación energética País Vasco		

Tabla Anexo 4- 4 Cálculo de la transmitancia de muro de fachada de mampostería. Fuente: Elaboración propia

MURO		FACHADA DE MURO DE MAMPOSTERÍA
Fachada formada por una hoja de piedra caliza de mampostería, las piedras colocadas con juntas de mortero de manera que se formen menos huecos posibles.		
e= espesor (cm)	R= resistencia (m ² K/W)	U= transmitancia (W/m ² K)
70 cm	R= 0,71	U= 1/ (0,71+0,13+0,04)=1,13
+ Recovo de mortero de cal de 1cm por el exterior o interior		
1 cm + 70 cm	R= 0,01+0,71=0,72	U= 1/(0,511 +0,13+0,04)=1,123
+ Revoco de mortero de cal por el interior y por el exterior		
1 cm +70 cm+1cm	R= 0,01+0,71+0,01=0,73	U=1/(0,73+0,13+0,04)=1,111
Fuente: Catálogo de rehabilitación energética País Vasco		

Tabla Anexo 4- 5. Cálculo de la transmitancia de muro de fachada de sillería de arenisca. Fuente: elaboración propia

MURO		FACHADA DE MURO DE SILLERÍA ARENISCA
Fachada formada por una hoja de sillería de piedra arenisca, las piedras colocadas con juntas de mortero de manera que se formen menos huecos posibles.		
e= espesor (cm)	R= resistencia (m ² K/W)	U= transmitancia (W/m ² K)
70 cm	R= 0,70/3= 0,23	U= 1/ (0,23+0,13+0,04)=2,5
+ Recovo de mortero de cal de 1cm por el exterior o interior		
1 cm + 70 cm	R= 0,01+0,23 =0,24	U= 1/(0,24 +0,13+0,04)=2,439
+ Revoco de mortero de cal por el interior y por el exterior		
1 cm +70 cm+1cm	R= 0,01+0,23+0,01=0,25	U=1/(0,25+0,13+0,04)=2,38
Fuente: CTE		

Tabla Anexo 4- 6 Cálculo de la transmitancia de muro de fachada de sillería de caliza. Fuente: elaboración propia

MURO		FACHADA DE MURO DE SILLERÍA CALIZA
Fachada formada por una hoja de sillería de piedra caliza 2000<d<2190, las piedras colocadas con juntas de mortero de manera que se formen menos huecos posibles.		
e= espesor (cm)	R= resistencia (m ² K/W)	U= transmitancia (W/m ² K)
70 cm	R= 0,70/1,7= 0,41	U= 1/ (0,41+0,13+0,04)=1,718
+ Recovo de mortero de cal de 1cm por el exterior o interior		
1 cm + 70 cm	R= 0,01+0,41 =0,42	U= 1/(0,42 +0,13+0,04)=1,694
+ Revoco de mortero de cal por el interior y por el exterior		
1 cm +70 cm+1cm	R= 0,01+0,41+0,01=0,43	U=1/(0,43+0,13+0,04)=1,66
Fuente: CTE		

Tabla Anexo 4- 7 Cálculo de la transmitancia de muro de fachada de sillería de granito. Fuente: elaboración propia

MURO		FACHADA DE MURO DE SILLERÍA GRANITO
Fachada formada por una hoja de sillería de piedra granito, las piedras colocadas con juntas de mortero de manera que se formen menos huecos posibles.		
e= espesor (cm)	R= resistencia (m ² K/W)	U= transmitancia (W/m ² K)
70 cm	R= 0,70/2,8= 0,25	U= 1/ (0,25+0,13+0,04)=2,38
+ Recovo de mortero de cal de 1cm por el exterior o interior		
1 cm + 70 cm	R= 0,01+0,25 =0,26	U= 1/(0,26 +0,13+0,04)=2,325

+ Revoco de mortero de cal por el interior y por el exterior		
1 cm + 70 cm + 1 cm	$R = 0,01 + 0,25 + 0,01 = 0,27$	$U = 1 / (0,27 + 0,13 + 0,04) = 2,272$
Fuente: CTE		

Tabla Anexo 4- 8 Cálculo de la transmitancia de muro de fachada de tapial. Fuente: elaboración propia

MURO		FACHADA DE MURO DE TAPIAL
Fachada formada por una hoja de tapial		
e= espesor (cm)	R= resistencia (m²K/W)	U= transmitancia (W/m²K)
30 cm	R= 0,30/0,70= 0,428	U= 1/ (0,428+0,13+0,04)=1,672
+ Recovo de mortero de cal de 1cm por el exterior o interior		
1 cm + 30 cm	R= 0,01+0,428 =0,438	U= 1/(0,438 +0,13+0,04)=1,644
+ Revoco de mortero de cal por el interior y por el exterior		
1 cm +30 cm+1cm	R= 0,01+0,428+0,01=0,448	U=1/(0,448+0,13+0,04)=1,618
Fuente: CTE y Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible		

Tabla Anexo 4- 9 Cálculo de la transmitancia de muro de fachada de entramado de madera y mampostería. Fuente: elaboración propia

MURO		FACHADA DE ENTRAMADO DE MADERA Y MAMPOSTERÍA	
Muro de entramado de madera compuesto por un 20% de madera y un 80% de cascotes.			
e= espesor (cm)		U= transmitancia (W/m²K)	
30 cm		U=0,99	
+ Revoco de mortero de cal por el exterior y de yeso por el interior			
1 cm +30 cm+1 cm		U=0,90	
Fuente: CTE y Tesis Alexis Fargallo			

Tabla Anexo 4- 10 Cálculo de la transmitancia de cubierta de madera y teja. Fuente: elaboración propia

CUBIERTA		CUBIERTA DE MADERA Y TEJA
Cubierta inclinada formada por soporte de madera frondosa muy ligera y teja de arcilla cocida como material de cobertura.		
e= espesor (cm)	R= resistencia (m²K/W)	U= transmitancia (W/m²K)
7 cm	R= 0,03+0,16+0,154= 0,34	U= 1/ (0,34+0,1+0,04)=2,08
Fuente: CTE y CE3X		

Tabla Anexo 4- 11 Cálculo de la transmitancia de cubierta de madera y pizarra. Fuente: elaboración propia

CUBIERTA		CUBIERTA DE MADERA Y PIZARRA
Cubierta inclinada formada por soporte de madera frondosa muy ligera y pizarra como material de cobertura.		
e= espesor (cm)	R= resistencia (m²K/W)	U= transmitancia (W/m²K)
5 cm	R= 0,005+0,16+0,154= 0,319	U= 1/ (0,319+0,1+0,04)=2,178
Fuente: CTE y CE3X		

Tabla Anexo 4- 12 Cálculo de la transmitancia de ventana de madera y vidrio monolítico. Fuente: elaboración propia

HUECOS		VENTANA MADERA VIDRIO MONOLÍTICO		
Ventana de carpintería de madera marrón oscuro con vidrio monolítico de 5mm de espesor. Suponiendo un 60% de superficie semitransparente y un 40% de superficie opaca.				
G _{vidrio}	U _{vidrio}	(W/m²K)	U _{Marco}	(W/m²K)
0,82	U=5,7		U=2,2	
U _H = [(0,60X5,7)+(0,40X2,2)]/(0,60+0,40) = 4,3				
Fuente: CTE y CE3X				

Tabla Anexo 4- 13 Cálculo de la transmitancia de vidriera de plomo con vidrio monolítico. Fuente: Elaboración propia

HUECOS		VIDRIERA DE PLOMO CON VIDRIO MONOLÍTICO		
Vidriera compuesta por marco y uniones con plomo de 8 mm de espesor y vidrio monolítico. Suponiendo que exista un 30% de superficie emplomada.				
G _{vidrio}	U _{vidrio}	(W/m²K)	U _{Marco}	(W/m²K)
En función del color	U=5,7		U=5,874	
U _H = [(0,70X5,7)+(0,30X5,874)]/(0,70+0,30) = 5,75				
				Fuente: CTE y CE3X

Tabla Anexo 4- 14 . Cálculo de la transmitancia de puerta de madera. Fuente: elaboración propia

HUECOS		PUERTA DE MADERA
Puerta de madera maciza de roble de 8 cm de espesor.		
e= espesor (cm)	U= transmitancia (W/m²K)	
0,008	U= 1,692	
Fuente: Desingbuilder		

Tabla Anexo 4- 15 Cálculo de la transmitancia de solado con piezas cerámicas. Fuente: elaboración propia

SUELO		SOLADO CON PIEZAS CERÁMICAS
Enlosado de baldosa cerámica con mortero de albañilería y con cama de arena de regularización de 2 cm.		
e= espesor (cm)	R= resistencia (m²K/W)	U= transmitancia (W/m²K)
5,5 cm	R= 0,015+0,05+0,01= 0,075	U= 1/ (0,075+0,17+0,04)=3,50
Fuente: CTE y CE3X		

Tabla Anexo 4- 16 Cálculo de la transmitancia de solado con piedra caliza. Fuente: elaboración propia

SUELO		SOLADO CON PIEDRA CALIZA
Enlosado con piedra caliza de 5 cm de espesor y mortero de albañilería.		
e= espesor (cm)	R= resistencia (m²K/W)	U= transmitancia (W/m²K)
5,5 cm	R= 0,029+0,012= 0,041	U= 1/ (0,075+0,17+0,04)=3,98
Fuente: CTE y CE3X		

Anexo 5. Catalogación de los edificios ejemplo

5.1. Catalogación del monasterio de la Vid.

Como ya indicamos anteriormente, si queremos saber si un inmueble está protegido, debemos comprobar su catalogación. El primer paso es saber si se encuentra recogido en el ordenamiento urbanístico del municipio en el que se ubica. En este caso debemos acudir a la Vid y Barrios (Burgos). El municipio cuenta con tres pedanías: Zuzones, Linares de la Vid y Guma. El ayuntamiento está ubicado en Zuzones a pesar de ser una de las pedanías. El pueblo de La Vid fue construido en los años 50 para alojar a los vecinos del antiguo pueblo de Linares del Arroyo (Segovia), inundado para construir el pantano de Linares. El Instituto Nacional de Colonización fue el encargado de construirlo y le dio la denominación de Colonia de Linares de La Vid en recuerdo del pueblo segoviano sumergido. Actualmente se le conoce como la Vid y Barrios.

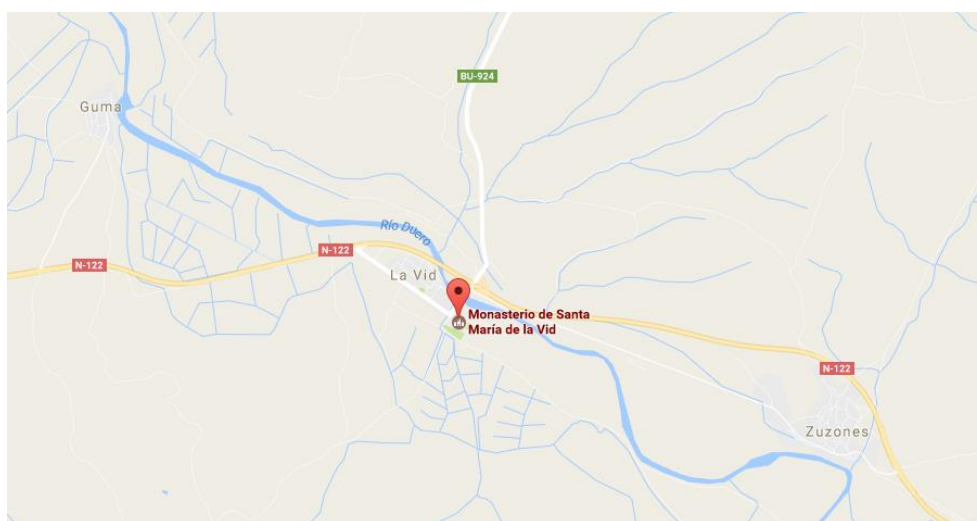


Ilustración Anexo 5- 1 Plano de situación del monasterio de la Vid. Fuente: Google maps

Consultando el catálogo de Bienes Protegidos de La Vid y Barrios, encontramos que está declarado con BIC (Bien de Interés Cultural) el 13 de junio de 1991 y que tiene un grado de protección integral. A continuación adjuntamos la ficha de catalogación del ayuntamiento (Ilustración Anexo 5- 2).

NORMAS URBANÍSTICAS MUNICIPALES DE LA VID Y BARRIOS CATALOGO DE BIENES PROTEGIDOS

Número:

01

1. IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

Tipo:	Arquitectura religiosa
Denominación:	Monasterio e Iglesia de Santa María de la Vid
Situación:	Carretera a Aranda de Duero

2. DESCRIPCIÓN

Epoca:	XVI a XVIII, XI y XII
Estilo:	Gótico de transición, renacentista, barroco, románico culto
DESCRIPCIÓN GENERAL:	
Descripción:	Monasterio fundado en el siglo XII, portada románica con 3 arquivoltas. Claustro construido 1517 sobre románico de 2 pisos, con bóvedas estrelladas, de 7 tramos cada panda, sala capitular. Claustro interior, s. XVI, con piso superior del s. XVIII. Iglesia de tres naves con crucero, comienzo construcción 1522, maestros Sebastián de Oria, Pedro de Rasines y Juan de Vallejo. Crucero con bóveda ochavada de gran altura. Cabecera poligonal con contrafuertes.
Tipología:	Monasterio con dos claustros. Iglesia de tres nave
Cubierta:	Cubierta de teja con cornisa de piedra.
Composición:	Complejo monástico con iglesia.
Materiales y Elementos:	Fábricas de sillería. Refectorio, mediado s. XVIII, gran salón rectangular de 5 tramos con bóvedas de arista, púlpito de piedra. Biblioteca, sobre el refectorio, sala rectangular con bóveda de cañón de 7 cuerpos con lunetos. Coro de nogal (año 1665). Sacristía (año 1625) rectangular de 3 tramos con bóveda de cañón. Espadaña barroca, primer tercio del siglo XVIII, parte inferior con arco triunfal, parte superior de 3 cuerpos.

3. ESTADO

Uso: Religioso	Ocup.: Sí
Conservación: Buena	
Propiedad: Privada	
Declaración B.I.C.: Sí (13 junio 1991)	

4. ORDENANZA

Equipamientos

5. TIPO DE PROTECCIÓN

Integral (B.I.C.)

6. PLANO DE SITUACIÓN



7. CONDICIONES DE PROTECCIÓN Y ACCIONES DE MEJORA

Estructura:	Se admiten acciones de restauración de estructura
Fachada/s:	Mantener fachada, con acciones de restauración.
Comp. Color:	Conservar composición
Ornamentos:	Mantener la ornamentación

Ilustración Anexo 5- 2 Ficha catálogo Ayuntamiento de la Vid y Barrios del Monasterio de la Vid. Fuente: Ayuntamiento de la Vid y Barrios

Si observamos el punto 7 de la ficha anterior, podemos ver las condiciones de protección y acciones de mejora.

Tabla Anexo 5- 1 Acciones permitidas según el elemento. Fuente: Ficha catálogo de la Vid

Zona afectada	Acciones permitidas
Estructura	Se admiten acciones de restauración de estructura
Fachadas	Mantener fachada, con acciones de restauración
Composición color	Conservar composición
Ornamentos	Mantener ornamentación
Cubierta	Conservar las cubiertas, con la posibilidad de restauración

Para saber exactamente que se refiere con restauración y conservación, debemos irnos a la aprobación definitiva de Normas Urbanísticas Municipales (NN.UU.MM.) de La Vid y Barrios, publicadas en el Boletín Oficial de Castilla y León (BOCYL) el jueves 25 de marzo de 2010.

Se establecen, los tipos de obras permitidas y las tres categorías de protección para los elementos y edificios que existen en el término municipal con valores históricos, artísticos o culturales, que denomina protección integral, estructural y ambiental.

- Conservación: aquellas cuya finalidad es la de cumplir las obligaciones de la propiedad en cuanto se refiere a las condiciones de ornato e higiene de la edificación, así como las eventuales reparaciones de todos aquellos elementos e instalaciones que se consideren en mal estado (cubierta, bajantes, e instalaciones en general) y estrictas, obras de mantenimiento, como reparaciones de solados, revoco, pintura, etc.
- Restauración: aquellas que, constituyendo el grado máximo de conservación, tienen como finalidad, mediante una reparación de los elementos estructurales o no del edificio, restituir sus condiciones originales, no admitiéndose en el proceso aportaciones de nuevo diseño.

La reposición o reproducción de las condiciones originales habrá de incluir la reparación o incluso sustitución de elementos estructurales e instalaciones para asegurar la estabilidad y adecuado funcionamiento del edificio en relación a las necesidades y usos a que sea destinado.

Y además se incluye en el capítulo XI, el catálogo y normas de protección del patrimonio edificado del municipio de la Vid y Barrios. En el que se señala que en el caso de intervención en inmuebles declarados Bien de Interés Cultural se aplicará lo dispuesto en el artículo 38 de la Ley 12/2002 de 11 de julio de Patrimonio Cultural de Castilla y León. Para poder realizar cualquier tipo de intervención en los inmuebles declarados BIC o situados en el entorno establecido de BIC deberán en todo caso obtener autorización de la Comisión de Territorial de Patrimonio.

Además aparece un apartado dedicado expresamente al Monasterio. En este apartado se recoge la información que aparece en el expediente de incoación del que habla el DECRETO 150/1991 de 13 de junio, de la Junta de Castilla y León, por el que se

declara Bien de Interés Cultural con categoría de Monumento a favor del «Monasterio de Santa María» en La Vid (Burgos).

5.1.1. Informe de zonas a proteger:

A continuación vamos a concretar las medidas, acciones permitidas y las zonas afectadas, a fin de que cuando apliquemos las posibles soluciones de mejora, nos sea más sencillo evaluar su viabilidad y posibles interferencias.

a. Estructura:

Zona afectada	Acciones permitidas
<i>Estructura</i>	Se admiten acciones de restauración de estructura

La estructura del monasterio de la Vid, está compuesta por:

Elemento	Observaciones
<i>Muros de carga de sillares de piedra caliza.</i>	Podrán permitirse restituciones en zonas donde se haya perdido o erosionado la piedra.
<i>Forjados de vigas de madera con rasilla cerámica y mortero de hormigón</i>	Cambio o realización de prótesis en madera en mal estado.
<i>Estructura de madera en cubierta inclinada compuesta por vigas de madera y tableros de madera.</i>	Cambio o realización de prótesis en madera en mal estado.
<i>Suelo sobre terreno de sillares de piedra caliza.</i>	Podrán permitirse restituciones en zonas donde se haya perdido o erosionado la piedra.

b. Fachadas:

Zona afectada	Acciones permitidas
<i>Fachadas</i>	Mantener fachada, con acciones de restauración

Las fachadas del monasterio de la Vid, están compuestas por:

Elemento	Observaciones
Muros de carga de sillares de piedra caliza.	Podrán permitirse restituciones en zonas donde se haya perdido o erosionado la piedra. Así mismo limpieza de juntas y rejuntado.
Carpinterías	Podrán realizarse reparaciones de carpinterías, incluso restituciones si se encontraran en mal estado. Nota: La mayoría de las ventanas no son originales, por lo que podrían realizarse sustituciones siempre que se conservase la forma y el color, de forma que no hubiese un cambio estético.
Vidrieras	Podrán realizarse limpiezas y restauraciones, pequeñas sustituciones de zonas donde hubiera imperfectos que no pudieran ser reparados.
Patio interior	Podrán permitirse reparaciones del mortero existente. No se trata de un elemento original.

c. Composición color:

Zona afectada	Acciones permitidas
Composición color	Conservar composición

Con composición de color entendemos que se debe conservar inalterable el actual aspecto del Monasterio. De cara a la restauración indica que no se marcarán las zonas donde haya restituciones para diferenciarlas de las originales.

Elemento	Observaciones
Muros de carga de sillares de piedra caliza.	Se utilizaran sustituciones con piedra de similar aspecto y se entonará con pátinas si fuera necesario. Lo mismo pasará con los rejuntados.
Carpinterías	Deberán ser del mismo tono que el actual.
Vidrieras	No podrán alterarse los tonos y aspecto originales.
Patio interior	Tendrá que mantener el mismo tono actual.

d. Ornamentos:

Zona afectada	Acciones permitidas
Ornamentos	Mantener ornamentación

Deberán respetarse todos los elementos de ornamentación existentes en el edificio, como fachada de la iglesia, resaltes en ventanas, cornisas, etc. Esto también se incluye en los elementos interiores del edificio.

e. Cubiertas:

Zona afectada	Acciones permitidas
<i>Cubierta</i>	Conservar las cubiertas, con la posibilidad de restauración

Podrán sustituirse todos los elementos de la cubierta siempre y cuando se encuentren en mal estado. En este caso, entendemos que sería aplicable a las zonas de la cubierta originales, ya que gran parte de la cubierta fue sustituida recientemente. Será indispensable que el aspecto de las mismas permanezca inalterable, conservando el mismo tono y material de cubrición.

f. Interiores:

En la protección, no se especifican medidas concretas referentes al interior del edificio. Se han realizado numerosas reformas desde su construcción original. Entendemos que tendremos que respetar todos los elementos originales como pinturas murales, suelos, carpinterías, esculturas, tallas en piedra, etc. Así como las zonas que se resaltan en la ficha del catálogo de Bienes Protegidos. Y que podremos actuar más libremente en los elementos en los que ya se ha intervenido.

A conservar si:

<i>Pertenece a la época</i>	Siglos XVI a XVIII, XI y XII
<i>Pertenece al estilo</i>	Gótico de transición, renacentista, barroco, románico culto.
<i>Pertenece al elemento</i>	Fábricas de sillería Refectorio Biblioteca Coro de nogal Sacristía Espadaña Barroca

Nota final:

Lo recogido en este informe se trata de una interpretación de lo establecido en las normas de protección del ordenamiento urbanístico del Ayuntamiento de La Vid y Barrios. Para poder realizar cualquier tipo de intervención en los inmuebles declarados BIC o situados en el entorno establecido de BIC deberán en todo caso obtener autorización de la Comisión de Territorial de Patrimonio. Por lo que estas medidas de protección quedarán a criterio y aprobación de dicha comisión.

5.2. Catalogación de Santa María la Real de Aguilar de Campoo.

En este caso tendremos que acudir al Ayuntamiento de Aguilar de Campoo perteneciente a la provincia de Palencia.

Aguilar cuenta, con mucho patrimonio cultural, y ha desarrollado un Plan Especial de Protección del Conjunto Histórico de la Villa de Aguilar De Campoo (PEPCHA). En dicho plan está recogido el Catálogo.

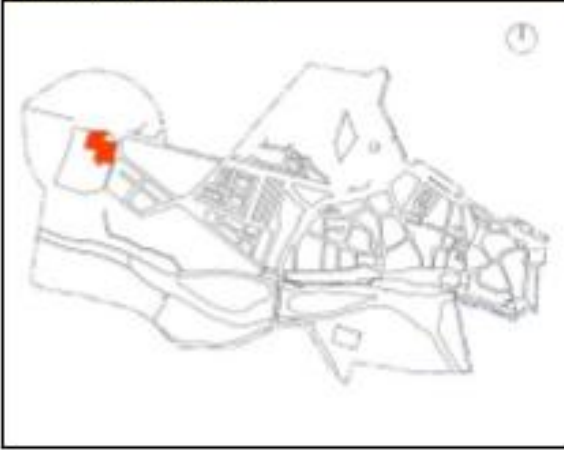

Como se indica el documento (PEPCHA Catálogo) el Catálogo contiene un conjunto de fichas individualizadas donde se indica para cada elemento catalogado su denominación, ubicación, referencia catastral, fecha de construcción, estilo, autor; propietario, usos, valores singulares que justifiquen su inclusión, estado de conservación actual, impactos negativos a eliminar, grado de protección y los tipos de actuaciones permitidas y/o debidas para garantizar el deber de conservación, tal como se establece en el citado Reglamento para la Protección del Patrimonio Cultural de Castilla y León.

Asimismo, el catálogo incluye todos aquellos elementos ya adscritos a algún tipo de régimen de protección sectorial, tales como Bienes de Interés Cultural o elementos Integrantes del Inventario del Patrimonio Cultural de Castilla y León, así como los incluidos en otros instrumentos urbanísticos y/o de ordenación del territorio.

En el caso del Monasterio de Santa María de Aguilar de Campoo, fue declarado B.I.C el 4 de diciembre de 1914 y está recogido en su PGOU como nivel de protección 1, que corresponde con la protección más alta dentro del municipio



A continuación, exponemos la ficha recogida en el catálogo correspondiente al Monasterio (Ilustración Anexo 5- 3 e Ilustración Anexo 5- 4).

FICHA DEL CATÁLOGO					MO-01
ELEMENTO	NÚCLEO	DIRECCIÓN	REF. CATAST.	PROPIEDAD	
Monasterio S. M ^{te} la Real	Aguilar de Campoo	Travesía Sta. María 1	8001002UN03000001RA 8001001UN03000001KA	Privada	

SITUACIÓN EN EL NÚCLEO	SITUACIÓN PARCELA
	

CARACTERÍSTICAS GENERALES		DESCRIPCIÓN FOTOGRÁFICA
FECHA CONSTRUCCIÓN	1300	
ESTILO	Románico	
SUPERFICIE DE PARCELA	8.413 m ²	
SUPERFICIE CONSTRUIDA	8.207 m ²	
Nº DE PLANTAS	3	
USO ACTUAL	Equipamiento Religioso / Cultural	

FICHA HISTÓRICA
<p>El monasterio de Santa María la Real de Aguilar de Campoo está situado unos 500 metros al oeste de la villa, junto a la carretera que se dirige a Cervantes de Pisuerga, fuera del recinto amurallado. Un relato legendario, sin ninguna base histórica, habla de su fundación a principios del siglo IX por Otila, abad del monasterio de San Miguel de la Tablada.</p> <p>La primera mención documental con la que se cuenta se remonta al año 1020, en el cartulario de Aguilar, donde se da cuenta de donaciones al Monasterio y se alude a la existencia en él de una comunidad de monjes y monjas. En 1169 el monasterio es entregado por el rey Alfonso VIII al abad del monasterio premonstratense de Santa María de Retuerta (Berdón de Duero, Valladolid). Por estos fechas comienza a construirse el gran conjunto monástico en estilo románico de transición al gótico. En 1173 el Cardenal Jacinto confirma la donación y pone el monasterio bajo la protección real. Se reconstruyó hacia 1185 - claustro y dependencias- y la iglesia hacia 1213, consagrándose el conjunto por el obispo de Burgos don Mauricio el 1222. En 1209 se edificó la sala capitular. En el siglo XVII el claustro alto y durante este siglo y el siguiente la fachada con los dos aires que configuran el acceso principal.</p> <p>La iglesia tiene planta de tres naves separadas por pilares compuestos, cuadradas con perez de medias columnas adosadas, que soportan bóvedas de crucería, salvo en los brazos del crucero, que tiene bóvedas de cañón apuntado. Las partes más antiguas del templo son de la segunda mitad del siglo XII; el resto es de comienzos del siglo XIII. El presbiterio es de planta hexagonal, con gruesos contrafuertes radiales al exterior. En el costado norte se abre la capilla del Cristo, policroma (1650). En el lado opuesto se sitúa la sacristía, cuadrada y obra del siglo XV. En la iglesia se conservan tres sepulcros de piedra de estilo gótico. El elemento está afectado por la delimitación del yacimiento de "Monasterio de Sta.M^{te} la Real" (ficha REFCH-3 del Anexo Arqueológico), con Grado de Protección Arqueológica 1.</p>

FICHA DEL CATÁLOGO		MO-01				
ESTADO ACTUAL		CONSERVACIÓN				
		1	2	3	4	OBSERVACIONES
ESTRUCTURA	FORJADOS DE MADERA Y MURO DE CARGA					
	ESTRUCTURA DE ACERO					
	ESTRUCTURA DE HORMIGÓN					
CUBIERTA	TEJA CERÁMICA CURVA		X			
	TEJA CERÁMICA MOITA					
	TEJA CERÁMICA PLANA					
	TEJA DE HORMIGÓN					
	PIZARRA					
	FIERROCEMENTO					
	CUBIERTA PLANA					
	ALERO DE MADERA		X			En hospedería
	CANALÓN					
	BAJANTES					
FACHADA ACABADOS	GEOMETRIA					
	SILLARES	X				En esquinas, contrafuertes y parte de la fachada.
	SILLAREJO	X				
	MAESTRÍA CONCERTADA					
	MAESTRÍA ORDINARIA		X			En el edificio de la hospedería
	PALEADO DE MORTERO					
	ENFOSADO MORTERO DE CAL					
	ENFOSADO MORTERO DE CEMENTO					
	ENFOSADO MORTERO MONOCAPA					
	LADRILLO VISTO		X			Recercado de huecos de ventanas de la hospedería
FACHADA CARPINTERÍAS	ENTRAMADO DE MADERA		X			Vanos de las puertas de la hospedería
	APLACADOS					
	PIEZAS CERÁMICAS ESMALTADAS					
	CARPINTERÍA DE MADERA					
DISTRIBUCIÓN INTERIOR	CARPINTERÍA DE ALUMINIO					
	CARPINTERÍA DE PVC					
	CARPINTERÍA DE ACERO					
	SUELOS					
DISTRIBUCIÓN INTERIOR	TABICUEIRA					
	CARPINTERÍA INTERIOR					
	ACABADOS					

1. BUENO. 2. ACEPTABLE. 3. DEFICIENTE. 4. MALO

GRADO DE PROTECCIÓN	P1 (BIC)
---------------------	----------

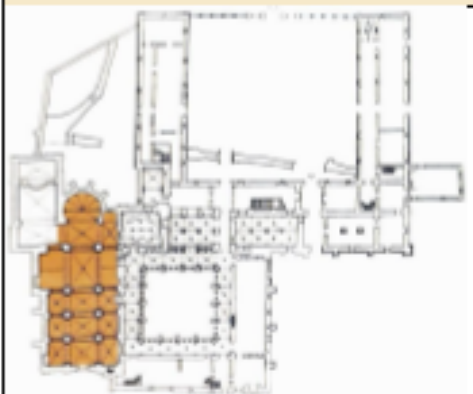
<div style="background-color: #f2f2f2; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">ELEMENTOS SINGULARES A PROTEGER</div> <p>La configuración y distribución de huecos de las fachadas</p> <div style="background-color: #f2f2f2; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">PROPUESTA DE INTERVENCIÓN</div> <p>En principio no parece obvio pensar que se pueda acometer ninguna intervención que no contemple la protección del antiguo monasterio. No obstante, si se diera el caso de posibles intervenciones se estudiaría el caso de manera individual. Se debe mantener las fachadas en su composición actual con la distribución de huecos original. La tipología del conjunto también se incluye en la protección. Se permitirán intervenciones en las edificaciones auxiliares de reciente construcción existentes. Los entornos de Protección de los BIC se describen en la memoria vinculante del Plan Especial de Protección y su delimitación gráfica se encuentra en el plano de ordenación correspondiente.</p> <div style="background-color: #f2f2f2; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">IMPACTOS NEGATIVOS A ELIMINAR</div>	<div style="background-color: #f2f2f2; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">DOCUMENTACIÓN COMPLEMENTARIA</div> 
--	--

Ilustración Anexo 5- 4 Segunda página de la ficha de catálogo del monasterio de Santa María la Real de Aguilar de Campoo.
Fuente: Ayuntamiento de Aguilar de Campoo.

Observando en el apartado de grado de protección, aparecen las condiciones de protección y acciones de mejora.

Zona afectada	Acciones permitidas
<i>Fachadas</i>	Se debe mantener las fachadas en composición actual con la distribución de huecos original. Por lo que no está permitido alterar el número de huecos o dimensiones.
<i>Edificaciones auxiliares</i>	Está permitido la intervención de las de reciente construcción
<i>Tapia exterior</i>	Incluida en la Protección

Por lo que podemos observar en la ficha individual, no se da mucha información sobre las posibles intervenciones permitidas, y no se habla ni de cubiertas ni de estructuras. Si acudimos al Plan General de Ordenación Urbana, encontramos:

22

Art. 34º. Grado P1.

Protección integral del conjunto del edificio. 1. Tipos de actuaciones generales autorizadas: Restauración; Rehabilitación.

2. Actuaciones autorizables en circunstancias particulares: Cuando se indique en la ficha correspondiente. Reestructuración parcial.

3. Tipos de actuaciones generales excluidas: reestructuración interior mayoritaria o total; ampliación; demolición y sustitución.

4. El Ayuntamiento, previo informe de los Servicios Técnicos Municipales, podrá autorizar la realización de actuaciones de reestructuración parcial que se encontrasen estrictamente exigidas por el deterioro estructural del edificio o por la indispensable introducción de instalaciones.

Se garantizará que esas obras se dirigirán sólo a elementos constructivos que no contengan componentes arquitectónicos u ornamentales de valor.

La Memoria del proyecto definirá con detalle la exigencia de esas obras y su realización salvaguardando los valores históricos y arquitectónicos del edificio.

Art. 149º. A.E.1: Monasterio de Santa María la Real.

- Usos permitidos: Sólo se admiten los usos básicos escolar, de hospedaje, colectivos, deportivo y parque y jardín públicos.
- Edificabilidad, ocupación, alturas: Sólo la que precise para el desarrollo del uso deportivo.
- Otras condiciones de edificación: Deberán mantenerse las tapias actuales en su posición y altura.
- Posibilidades de transformación: Alteraciones de uso, de acuerdo con los permitidos más arriba.
- Deberá desarrollarse esta zona con un PERI que resuelva su ordenación pormenorizada.

Ilustración Anexo 5- 5 Extracto del Plan General de Ordenación Urbana de Aguilar de Campoo. Fuente: Ayuntamiento de Aguilar de Campoo

Como hemos podido ver más arriba, las acciones permitidas serán la restauración y rehabilitación.

El PGOU entiende como restauración la actuación realizada en un edificio de especial valor arquitectónico o histórico, con la finalidad general de conservar o restituir las características arquitectónicas originarias del mismo.

14



2. La ejecución de actuaciones de restauración se justificará sólo cuando el edificio conserve mayoritariamente su conformación originaria, con independencia de su estado de conservación.

Cuando hayan desaparecido partes originarias del edificio o elementos particulares del mismo, se admitirá su restitución, siempre que se cuente con suficiente información sobre sus características originarias y las obras se ejecuten en conformidad con sus materiales y acabados.

En caso de carencia o insuficiencia de información y documentación sobre partes o elementos desaparecidos, o en caso de alteraciones irreversibles, se recomienda evitar actuaciones de carácter analógico, y desarrollar las obras con criterios de integración y coherencia formal, pero con diseño diferenciado.

3. Cuando en el edificio se incluyan partes procedentes de diferentes épocas históricas deberá analizarse la coherencia de los diversos elementos con la edificación originaria y el valor arquitectónico u ornamental autónomo, de dichos elementos. Se evaluará críticamente el método de intervención, que podrá suponer:

- a) La conservación total o parcial de esa estratificación de elementos.
- b) La supresión de los mismos, restituyendo la conformación tipológica y arquitectónica originaria, o configurando una solución de nuevo diseño acorde con la misma, valorando la concepción espacial y los elementos arquitectónicos y constructivos originarios.

4. Se admitirán en cualquier caso las obras de adecuación funcional de instalaciones, o de accesibilidad o protección contra incendios, u otras relativas a Normativa Técnica exigidas para el correcto desarrollo de las actividades autorizadas en el edificio, siempre que no degraden su conformación tipológica y valores arquitectónicos.

Se admiten en cualquier caso modificaciones de tabiquería, procurando que los elementos de partición, incluso aunque se encuentren formados por mamparas, se dispongan según la estructura tipológica del edificio.

Y por rehabilitación, la actuación efectuada en un edificio que presente unas condiciones inadecuadas para un uso específico autorizado, por su estado de deterioro, sus deficiencias funcionales y su distribución interior, y que tenga por finalidad su adecuación para ese uso a través de la ejecución de obras que supongan la conservación mayoritaria o integral de la configuración arquitectónica y la disposición estructural originaria.

2. Las actuaciones de rehabilitación, incidentes en los espacios interiores del edificio, podrán suponer la redistribución de los mismos, siempre que conserven los elementos determinantes de su configuración tipológica.

3. En los edificios afectados por Normativa de Protección, las actuaciones de rehabilitación conllevarán necesariamente las obras requeridas para la conservación, valoración o, en su caso, recuperación de las características arquitectónicas y formales de fachadas y elementos exteriores, así como de los elementos interiores de interés, como portales y escaleras, con la consiguiente supresión de elementos disconformes.

Documento refundido. Mayo de 1998.

Además se establecen algunas normas comunes a todos los edificios catalogados independientemente de su grado de protección:

3. En caso de que la planta baja responda al diseño original del edificio, salvo que esté específicamente recogida su protección integral podrá ser objeto de obras cuyo diseño sea compatible con el originario y con finalidades adecuadas.

4. Podrán ser finalidades adecuadas la mejora de la habitabilidad y de la accesibilidad entre el espacio exterior y el edificio así como las de sus locales de planta baja, igualmente la dotación de cuartos de suministros. También podrá serlo la dotación de soportales u otras ampliaciones o servidumbres públicas que resuelvan la estrechez de las aceras. En las finalidades anteriores se contemplará el rasgado vertical o la pequeña ampliación de los huecos existentes. Nunca se desvirtuarán los accesos actuales, excepto por realización de garaje para dar cumplimiento a las exigencias de este Plan General en cuanto a plazas de aparcamiento.

5. Con objeto de asegurar la protección asignada, a la solicitud de licencia de cualquier obra que afecte a elementos catalogados, se deberá acompañar una descripción suficiente del estado actual de dichos elementos, gráfica o fotográfica. No se otorgará licencia en tanto no se disponga de esta información.

Documento refundido. Mayo de 1998.

5.2.1. Informe de zonas a proteger:

En este caso unificaremos todos los preceptos recogidos entre el Plan Especial y el PGOU.

g. Estructura:

Zona afectada

Estructura

Acciones permitidas

Se admiten acciones de restauración y rehabilitación de estructura

La estructura del monasterio de Santa María la Real, está compuesta por:

Elemento	Observaciones
<i>Muros de carga de sillarejo de piedra.</i>	Podrán permitirse restituciones en zonas donde se haya perdido o erosionado la piedra.
<i>Forjados de vigas de madera con rasilla cerámica y mortero de hormigón</i>	Cambio o realización de prótesis en madera en mal estado.
<i>Forjados de viguetas de hormigón</i>	No son elementos originales, admiten otras actuaciones.
<i>Bóvedas de piedra</i>	Podrán permitirse restituciones en zonas donde se haya perdido o erosionado la piedra.
<i>Estructura de madera en cubierta inclinada compuesta por vigas de madera y tableros de madera.</i>	Cambio o realización de prótesis en madera en mal estado.
<i>Suelo sobre terreno de sillares de piedra.</i>	Podrán permitirse restituciones en zonas donde se haya perdido o erosionado la piedra.

h. Fachadas:

Zona afectada	Acciones permitidas
<i>Fachadas</i>	Mantener fachada, con acciones de restauración. Se hace especial mención a la conservación de los huecos existentes.

Las fachadas del monasterio de Santa María la Real, están compuestas por:

Elemento	Observaciones
<i>Muros de carga de sillares de piedra.</i>	Podrán permitirse restituciones en zonas donde se haya perdido o erosionado la piedra. Así mismo limpieza de juntas y rejuntado. Se emplearán materiales característicos de la zona, piedra sillería y mampostería, enfoscados revocos estucos, con molduras y recercados y terminación de pintura blancos y ocre de colores claros. Se prohíben aplacados cerámicos o los chapados con plaqueta de ladrillo y los acabados con chapado de piedra salvo en reparaciones de fachadas existentes debidamente justificadas.
<i>Carpinterías</i>	Podrán realizarse reparaciones de carpinterías, incluso restituciones si se encontraran en mal estado. Serán de madera para barnizar y pintar, o de cualquier otro material por su textura, brillo o color, se adecue las condiciones del entorno. Se prohíbe expresamente el aluminio en su color, así como el anodizado en color bronce.
<i>Persianas</i>	Deberán estar en consonancia con las carpinterías. Se prohíbe la colocación de cajones de persiana en el exterior de los huecos de ventana.

i. Cubiertas:

Zona afectada	Acciones permitidas
<i>Cubierta</i>	Conservar las cubiertas, con la posibilidad de restauración. El material de cubrición será teja cerámica en tonos rojizos. En ningún caso se permitirá la utilización de pizarra o teja negra.

Podrán sustituirse todos los elementos de la cubierta siempre y cuando se encuentren en mal estado. En este caso, entendemos que sería aplicable a las zonas de la cubierta originales, ya que gran parte de la cubierta fue sustituida recientemente. Será indispensable que el aspecto de las mismas permanezca inalterable, conservando el mismo tono y material de cubrición.

j. Interiores:

En la protección, no se especifican medidas concretas referentes al interior del edificio. Se han realizado numerosas reformas desde su construcción original. Entendemos que tendremos que respetar todos los elementos originales como pinturas murales, suelos, carpinterías, esculturas, tallas en piedra, etc. Así como las zonas que se resaltan en la ficha del catálogo de Bienes Protegidos. Y que podremos actuar más libremente en los elementos en los que ya se ha intervenido.

A conservar si:

<i>Pertenece a la época</i>	Siglos XI a XVII
<i>Pertenece al estilo</i>	Románico, Gótico
<i>Pertenece al elemento</i>	Fábricas de sillería Refectorio Sala de monjes Capilla del Abad Claustro Biblioteca Sacristía Espadaña Enterramientos en la Iglesia

5.3. Catalogación de santa maría de retuerta:

En este caso deberemos consultar el PGOU del vallisoletano ayuntamiento de Sardón de Duero. El Monasterio se encuentra dentro del término municipal del pueblo, cercano a Sardoncillo.

El PGOU data de 1988 y actualmente se está acometiendo la revisión del mismo. Pero hasta que sea publicado y aprobado contamos con el antiguo. En cuando al catálogo, es bastantes escueto. Lo único que recoge es una página en la que se reconoce a la Abadía como B.I.C y edificio a proteger y unas normas generales de actuación. No existe una ficha individual como en los casos anteriores.

La abadía de Santa María de Retuerta fue declarada Bien de Interés Cultural el 4 de junio de 1931.



ART. 1 : La catalogación de edificios supone el mantenimiento y conservación de los mismos, de sus elementos fundamentales:

- estructurales
- fachadas
- cubiertas
- materiales y acabados

permitiéndose la restauración y rehabilitación de los mismos dentro del respeto a dichos elementos fundamentales; se permite, así mismo, el cambio de uso de dichos edificios siempre que sea a dotacional, ya sea público o privado.

Zona afectada	Acciones permitidas
Estructura	Se admiten acciones de restauración y rehabilitación de estructura
Fachadas	Mantener fachada, con acciones de restauración y rehabilitación
Cubierta	Conservar las cubiertas, con la posibilidad de restauración y rehabilitación
Materiales y Acabados	Conservar los existentes mediante restauración y rehabilitación

Al contrario que en los casos anteriores, el PGOU no recoge que entiende por restauración y rehabilitación, ni aporta más información. El criterio es muy abierto.

Anexo 6. Descripción de los Monasterios ejemplo.

6.1. Introducción.

En este capítulo describiremos los monasterios que nos servirán de ejemplo para chequear el sistema de evaluación de soluciones de rehabilitación energética para monasterios B.I.C. en el banco de pruebas.

Para ello hemos elegido tres monasterios que fueron fundados por la orden premostratense, son Bien de Interés Cultural y están en uso.

6.2. Monasterio de Santa María de Retuerta.

El monasterio de Santa María de Retuerta (Ilustración Anexo 6- 1), presenta un interés singular para comprobar la validez del sistema de evaluación por una serie de razones importantes. Actualmente está en uso ya que alberga un hotel de alta categoría por lo que en las actuaciones llevadas a cabo para su rehabilitación se le ha dado mucha importancia al confort y a la incorporación de medidas de ahorro energético, así como integración de energías renovables. Para poder validar el sistema de evaluación, es importante chequearlo con medidas que ya han sido incorporadas y aprobadas, lo que nos permitirá comprobar si los valores obtenidos por la herramienta, están en la línea de su realidad práctica. Por lo tanto en el caso de Retuerta haremos la evaluación con las medidas que ya se han incorporado para comprobar si aplicando el sistema también habrían salido las medidas apropiadas.



Ilustración Anexo 6- 1 Vista exterior de la Abadía de Retuerta. Fuente: Elaboración propia

El Monasterio de Santa María de Retuerta fue el primer monasterio que los monjes premostratenses fundaron en la Península Ibérica. Su fundación se debe a Sancho Ansúrez, un nieto de Pedro Ansúrez el repoblador de Valladolid. Sancho, con motivo de sus estudios en París, conoció la Orden de Prémontré e ingresó en ella. Volvió a Castilla con la misión de implantar aquí la recién creada congregación de canónigos mostenses, para lo que, obtenidos los precisos terrenos en el lugar de Fuentes Claras, llevó a cabo la fundación monástica hacia 1143. Poco después cambió de emplazamiento trasladándose al actual y próximo paraje de Retuerta en el municipio vallisoletano de Sardón de Duero (Andrés González 2005).

La abadía fue habitada por los monjes hasta la desamortización de Mendizábal en 1835. Tras la enajenación de los bienes, estos pasaron a manos privadas. Durante este periodo las tierras de la Abadía se dedicaron a explotación agrícola, usando el edificio del monasterio como zona de explotación ganadera como queda reflejado en la Ilustración Anexo 6- 2.



Ilustración Anexo 6- 2 La abadía en la época ganadera. Fuente: La Abadía de Retuerta

Más tarde en el año 1998, pasa a manos del grupo Novartis, que comienza a recuperar las viñas históricas de los monjes para producir vino. En 2012 tras la rehabilitación de la Abadía, abre sus puertas como Le`Domaine, un hotel de cinco estrellas con restaurante con estrella Michelin incluida.

a) Planta:

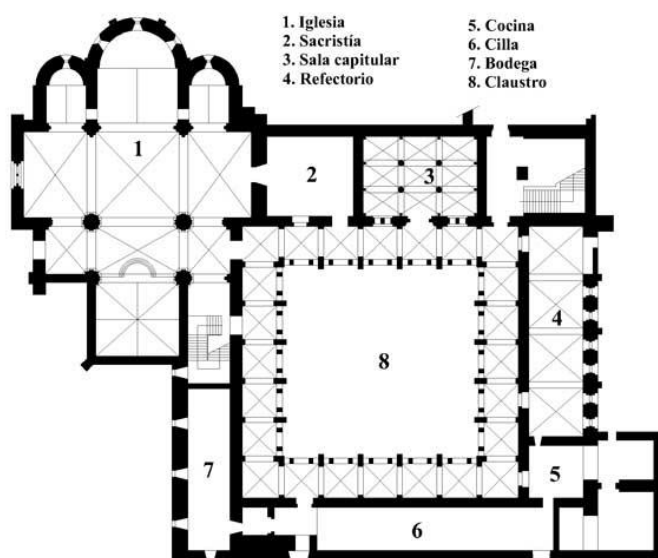


Ilustración Anexo 6- 3 Planta Abadía de Retuerta época monacal. Fuente: La frontera del Duero

Como podemos ver en la planta (Ilustración Anexo 6- 3), sigue el mismo esquema que otros monasterios premostratenses, como ya abordamos en el capítulo dedicado a la arquitectura premostratense. Esta planta no se correspondería exactamente con el monasterio original, ya que corresponde a cuando ya existía un claustro alto, por eso aparecen las escaleras, que podría ser donde se encontraba el antiguo scriptorium (Andrés González 2005).

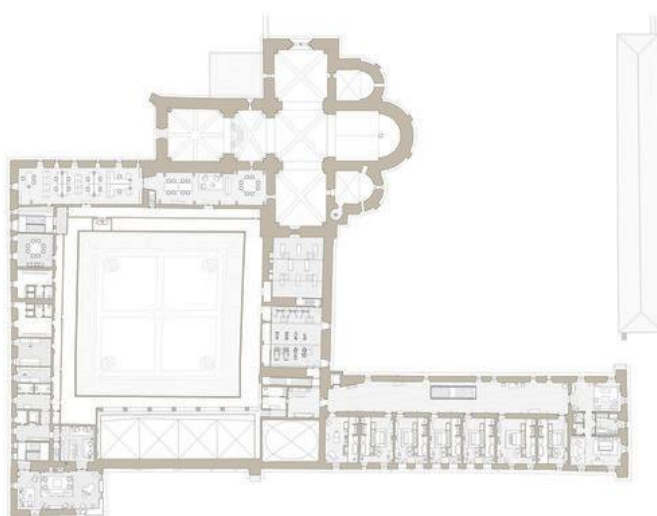


Ilustración Anexo 6- 4 Plano de distribución actual planta baja. Fuente: Proyecto Marco Serra

b) Iglesia:

La iglesia, aunque sigue conservando su estructura y esquema original, actualmente no está dedicada al culto, ya que desde la intervención es un espacio que se utiliza para reuniones y eventos.



Ilustración Anexo 6- 6 Iglesia antes de restauración.
Fuente: La Abadía de Retuerta



Ilustración Anexo 6- 5 Iglesia tras la restauración. Fuente:
Elaboración propia

En estas imágenes (Ilustración Anexo 6- 6 e Ilustración) podemos ver el antes y el después de la restauración. El estado de conservación de la iglesia no era del todo malo, ya que conservaba sus muros y bóvedas. Como podemos observar se procedió a instalar un suelo sobre el original y se realizó una limpieza de paramentos. Si observamos la imagen de la izquierda, a la derecha de la misma, existe una estructura que fue un añadido durante el época en la que se guardaban animales en la Iglesia, durante la rehabilitación se decidió demoler todos estos añadidos.

c) Sala capitular:

Al igual que la iglesia, la antigua sala capitular conserva su aspecto y estructura aunque hoy ha sido transformada en un salón para los huéspedes del hotel. Como se puede apreciar en las fotografías que se adjuntan, vemos que, desde el punto de vista arquitectónico y constructivo, sigue conservando el aspecto que tenía y únicamente se ha modificado el ambiente al renovar el mobiliario con los muebles y la decoración como podemos observar en la Ilustración Anexo 6- 7 e Ilustración Anexo 6- 8.



Ilustración Anexo 6- 8 Sala capitular antes de la rehabilitación. Fuente: La Abadía de Retuerta



Ilustración Anexo 6- 7 Sala capitular tras la rehabilitación. Fuente: Elaboración propia

d) Refectorio:

De manera similar a las salas mencionadas, actualmente el refectorio sigue teniendo la misma función, ya que hoy día se utiliza como el restaurante del hotel. En la Ilustración Anexo 6- 10, se observa el estado de degradación existente a consecuencia de su uso como establo, no obstante es importante observar que al igual que en otras estancias, la estructura permanecía intacta. En la Ilustración Anexo 6- 9, aparece el refectorio ya convertido en restaurante tras la rehabilitación. Observamos que se realizó una limpieza de paramentos y consolidación de partes deterioradas. Se cubrieron algunos huecos de grandes dimensiones que se había realizado en los muros y se instaló el suelo técnico, en este caso con acabado de madera.



Ilustración Anexo 6- 10 Refectorio antes de la Rehabilitación. Fuente: Abadía de Retuerta



Ilustración Anexo 6- 9 Refectorio tras la rehabilitación. Fuente: Elaboración propia

e) Claustro:

Ilustración Anexo 6- 11 Estado actual del claustro. Fuente: Elaboración propia

El del claustro, como hemos mencionado anteriormente, es un espacio situado en torno a un patio central con lo que se dota a estas edificaciones de un elemento arquitectónico abierto y diáfano con unos principios básicos de la arquitectura bioclimática. Por esta razón es un elemento arquitectónico que cobra singular importancia en su valoración cualitativa en este tipo de intervenciones. Hemos de tener en cuenta que el claustro, en su origen, era un espacio para la meditación y el recogimiento; función que suele perderse en los nuevos usos, por lo que la mayor parte de las intervenciones tienden a modificar sus requisitos térmicos. Como podemos apreciar (Ilustración Anexo 6- 11), en el caso que nos ocupa, al haberse recuperado las galerías del claustro para estancia de los huéspedes del hotel, aunque sigue conservando su aspecto original en el exterior, en la intervención se ha incorporado el acristalamiento de los huecos, necesario por nuevas exigencias climatológicas para el nuevo uso.

En las fotografías (Ilustración Anexo 6- 11, Ilustración Anexo 6- 13 e Ilustración Anexo 6- 14) también podemos apreciar cómo en las pandas, se ha variado el aspecto anterior interviniendo sobre el revestimiento de suelos y muros. Los suelos anteriores a la rehabilitación, aunque no eran originales, estaban constituidos por baldosas cerámicas. En los muros interiores también se ha llevado a cabo modificaciones, ya que originariamente presentaban los sillares vistos y ahora han sido recubiertos con sistemas de paneles ligeros en los que se ha incorporado material apropiado para mejorar la cualificación térmica.



Ilustración Anexo 6- 14 Panda este antes de la rehabilitación.
Fuente: Abadía de Retuerta



Ilustración Anexo 6- 13 Panda Sur estado actual. Fuente:
elaboración propia



Ilustración Anexo 6- 12 Entrada Sala Capitular estado actual.
Fuente: elaboración propia

f) Exteriores:

Otro problema importante que suele plantearse en las intervenciones de rehabilitación o restauración de los edificios patrimoniales es la posibilidad de devolver al edificio su aspecto primigenio. Como podemos observar en las fotografías antiguas, durante su época de explotación ganadera, se adosaron estructuras a los muros que resultan poco adecuadas incluso para su catalogación como BIC. Durante la rehabilitación se optó por eliminarlas para volver a darle al monasterio un aspecto primigenio. Aunque en las catalogaciones suele especificarse que no se alteren los volúmenes existentes, sí que suelen dar la opción de quitar elementos adosados, si con esa acción se ayuda a comprender mejor los valores del edificio. De hecho es una práctica muy habitual, aunque existen casos en los que también se les considera parte de la historia del edificio y se tiende a conservarlos, es un aspecto que dependerá del criterio de la comisión territorial de patrimonio correspondiente.



Ilustración Anexo 6- 16 Detalle del Ábside de la iglesia antes de la rehabilitación. Fuente: Abadía de Retuerta



Ilustración Anexo 6- 15 Ábside de la Iglesia en la actualidad. Fuente: elaboración propia

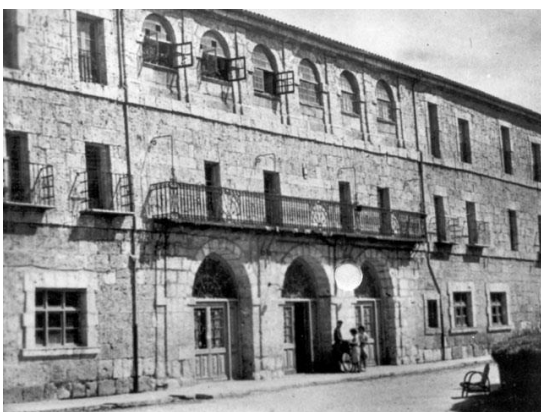


Ilustración Anexo 6- 18 Aspecto de la fachada principal previa a la rehabilitación. Fuente: Fundación Joaquín Díaz



Ilustración Anexo 6- 17 Fachada principal actualidad. Fuente: elaboración propia.

6.3. Monasterio de Santa María de la Vid:

El monasterio de Santa María de la Vid (Ilustración Anexo 6- 19) según cuentan sus actuales propietarios fue fundado por Domingo Gómez de Campdespina, que fue compañero de Sancho Ansúrez (el fundador de Retuerta) en la Abadía francesa de Laón. En principio se funda el Monasterio de Monte Sacro que se situaba a dos kilómetros de donde se encuentra el actual. En 1152, comienzan las obras del nuevo monasterio que terminarían en 1160.

El primitivo monasterio, edificado según los cánones del románico, se vio favorecido desde su fundación por la protección de los monarcas castellanos Alfonso VII, Alfonso VIII y sus inmediatos sucesores. En 1288 Sancho IV concedió a la comunidad premonstratense los medios necesarios para renovar y ampliar el monasterio, adecuando las primeras construcciones a las necesidades de la abadía, de la que dependían entonces otras quince y que poseía ya un patrimonio territorial importante. Los siglos medievales vieron alternar el románico con el gótico; los abades extendieron su poder más allá de los muros del monasterio, convirtiéndose en auténticos señores feudales, rectores en lo espiritual y en lo temporal de los canónigos y de sus vasallos.



Ilustración Anexo 6- 19 Fachada Sur Monasterio de Santa María de la Vid. Fuente: elaboración propia

Al llegar el siglo XVI se inició otro capítulo de la historia del monasterio. Don Íñigo López de Mendoza, miembro de la familia condal de Miranda, consiguió en 1516 que el papa le concediese el nombramiento de abad comendatario. El deseo de convertir la abadía en el panteón de su familia, le llevó a proyectar y ejecutar profundos cambios en el edificio monástico. Se levantó entonces un nuevo claustro, sustituto del anterior románico, y se construyó la actual iglesia.

Durante los siglos XVII y XVIII el monasterio se completó hasta adquirir las proporciones que hoy conserva. En esos doscientos años se construyeron nuevos claustros, tres cuerpos de la Iglesia, el coro, el refectorio y, finalmente, en 1798, la impresionante biblioteca. Treinta y siete años después las leyes desamortizadoras de 1835 ponían punto final a la presencia premonstratense. Terminaban bruscamente setecientos años de fecunda historia.

Tras treinta años de desolación y abandono, durante los cuales el monasterio se vio sometido a un auténtico espolio perdiendo los fondos seculares de su biblioteca y gran parte de las numerosas obras de arte conservadas por la comunidad premonstratense, la abadía fue adquirida por la Provincia de Filipinas de la Orden de San Agustín, que la destinó a casa de estudio y formación de sus religiosos. De la Vid salieron centenares de misioneros que realizaron una tarea apostólica grandiosa en Filipinas, donde fundaron y administraron pueblos, parroquias, iglesias, capellanías, escuelas, colegios y una universidad.

De la Provincia de Filipinas nació, en 1926, la Provincia Agustiniense de España, a la que se adjudicó, junto a otras casas, el monasterio de la Vid como centro de formación y estudio de la nueva Provincia. En la actualidad la antigua abadía, que continúa desarrollado una intensa labor cultural desde la Biblioteca, el Archivo y el Museo, se ha convertido en la sede del Noviciado Interprovincial de los Agustinos españoles y ha abierto sus puertas como centro de espiritualidad

a) Planta:

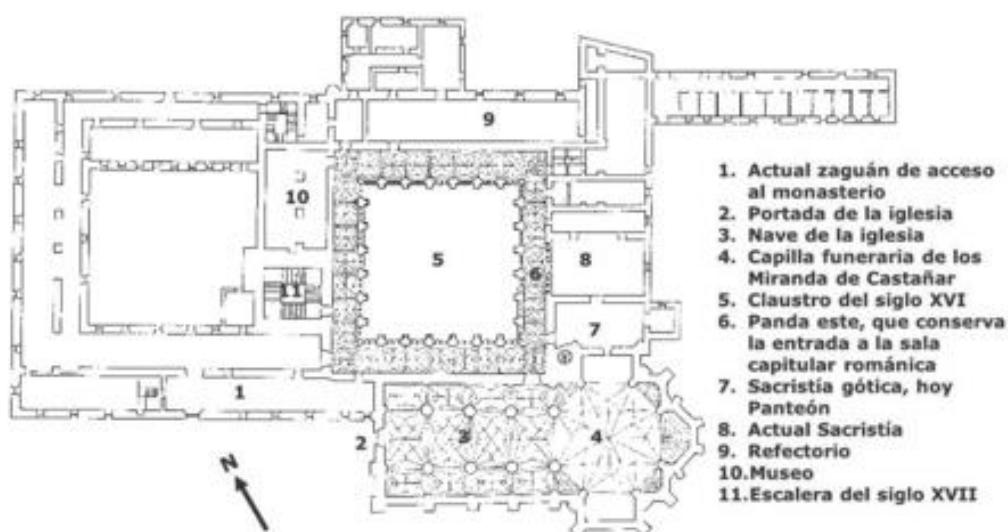


Ilustración Anexo 6- 20 Plano de planta actual del Monasterio de la Vid. Fuente: Fundación Santa María la Real.

El primitivo monasterio (Ilustración Anexo 6- 20) se articularía alrededor de donde hoy se encuentra el claustro del siglo XVI. Donde hoy está el museo, sería la antigua cilla. Probablemente la cocina no estuviera donde está ahora sino seguida de la cilla. La sala capitular se encontraba en donde hoy está la sacristía. Donde se encontraban ubicadas salas como el scriptorium si lo hubo o la capilla del Abad es difícil de precisar,

ya que la disposición de este monasterio resulta curiosa, ya que la iglesia se encuentra en la panda sur, y normalmente se suele disponer en la norte.

El monasterio a partir del siglo XVII, debido a su importancia cambia de morfología. Se construye el claustro de la hospedería, para albergar nuevas celdas para los monjes. Se construye un segundo piso. Sobre el refectorio la biblioteca. La sala capitular pierde su función. Y se levanta la nueva iglesia con su característica espadaña.

b) Iglesia:



Ilustración Anexo 6- 21 Vista exterior de la iglesia a la izquierda y del interior a la derecha. Fuente: elaboración propia

La iglesia actual comenzó a construirse en 1522 bajo la dirección de los maestros Sebastián de Oria, Pedro de Rasines y Juan de Vallejo. Sigue teniendo culto y es utilizada tanto por los Agustinos como por los feligreses que acuden a ella.

Se trata de un templo de planta de cruz latina, con tres naves longitudinales, siendo la central de mayores dimensiones y rematada en su cabecera con ábside circular, destacando en altura de cimborrio octogonal sobre el crucero como podemos apreciar en la Ilustración Anexo 6- 21.

A pesar de la convivencia de dos estilos constructivos, externamente, ofrece una imagen armónica y robusta, reforzada por la presencia de contrafuertes. Estos elementos de refuerzo, se sustituyen con elementos de mayor ligereza, de reminiscencias góticas – arbotantes - que reparten las cargas del cuerpo superior del cimborrio sobre la nave.

Dentro de este conjunto exterior, destaca a los pies del templo, la espadaña que corona la portada principal, realizada según un característico estilo barroco de grandes dimensiones y profusión decorativa.

c) Sala capitular:

Ilustración Anexo 6- 22 Restos románicos de la primitiva sala capitular. Fuente: elaboración propia

De la antigua sala capitular sólo quedan los restos del acceso desde el claustro (Ilustración Anexo 6- 22). Estos fueron hallados tras una intervención en el paramento de la panda este. Actualmente el lugar que ocupaba la sala capitular es la Sacristía.

d) Refectorio:

Ilustración Anexo 6- 23 Refectorio del monasterio de la Vid en la actualidad. Fuente: Monasterio de la Vid

El refectorio no sólo sigue ocupando su lugar original, sino que sigue estando en pleno uso. Como podemos observar en la Ilustración Anexo 6- 23, mantiene una ornamentación austera, sigue conservando el banco corrido y el púlpito del lector. Los solados y alicatados no son los originales. El elemento arquitectónico a destacar de este espacio son las bóvedas.

e) Claustro:



Ilustración Anexo 6- 24 Vista interior del claustro bajo. Fuente: elaboración propia

Según el informe de intervención que se realizó para la última intervención (Geotecnia y Cimientos 2012), el claustro actual comienza a construirse en el s. XVI (1517) sobre el espacio que ocupaba el antiguo claustro románico. El claustro bajo pertenece a este momento constructivo, mientras que el cuerpo superior se levanta en la segunda mitad del s. XVIII, en época barroca, siguiendo las directrices estilísticas renacentistas. El resultado es un conjunto claustral solemne, en el que conviven ambos estilos. Las fábricas conservadas son trabajos de cantería - sillería de piedra caliza del lugar, recibida con morteros de cal y arena y detalles de labra escultórica figurada que se limita a la ornamentación de elementos arquitectónicos destacados, principalmente, en el claustro barroco, atendiendo a las tendencias estéticas de este estilo.

Es de planta cuadrangular con cuatro pandas de 25m. de longitud y una altura aproximada de 9m. Los dos cuerpos se separan mediante cornisamento continuo moldurado, que remata el cuerpo inferior y sobre el que se levanta el nivel superior.

El claustro bajo o primer cuerpo, conserva las trazas renacentistas, caracterizándose por su elegante solemnidad y sobriedad decorativa. Tiene una altura de unos 5,5 m. aproximadamente y está constituido por arcada de siete vanos de medio punto, entre machones. Actualmente, los arcos presentan un cerramiento inferior con apertura de doble ventana de madera, coronados en su parte superior por tímpano resuelto con plementería calada realizada en piedra (Ilustración Anexo 6- 24).



Ilustración Anexo 6- 25. Vista exterior del claustro. Fuente: elaboración propia

El claustro superior es de menor altura que el anterior (3,5 m. aprox) y aunque su construcción es posterior, sigue el lenguaje plástico de las trazas renacentistas. Cuenta al igual que el claustro bajo, con siete arcos de medio punto en cada panda, de menores dimensiones y que coinciden con la distribución de los arcos renacentistas. Se cierran con carpintería de madera y balconcillo metálico de forja. Como elemento sustentante, el contrafuerte o machón del claustro renacentista, se sustituye por columnas de orden jónico, cuyos capiteles dan paso al friso y posterior cornisamento continuo (Ilustración Anexo 6- 25). Este segundo cuerpo aporta una mayor carga ornamental, distanciándose discretamente de las pautas renacentistas, mediante la inclusión de relieves figurativos de diversa temática religiosa, situados en las enjutas de los arcos. Otros elementos decorativos serán los capiteles de las columnas adosadas y la molduración el friso y la cornisa.

f) Exteriores:

Ilustración Anexo 6- 26. Fachada oeste del Monasterio de la Vid. Fuente: elaboración propia

El Conjunto monástico actual atraviesa distintas fases constructivas como hemos visto en apartados anteriores. Esto hace que coexistan diferentes tipos de fábricas, que aunque similares, presentan diferencias que hacen que el comportamiento general de las fábricas exteriores no sea totalmente homogéneo. De hecho, cabe observar que las uniones entre fases (Ilustración Anexo 6- 26) constituyen puntos de mayor vulnerabilidad mecánica precisamente porque ambas fábricas presentan comportamientos diferenciales en cuanto a asentamiento, respuesta frente a los agentes atmosféricos, tamaño y disposición de los elementos de fábrica, argamasas de recibido de los mismos.

Durante la última intervención llevada a cabo en el monasterio, en la que se restauraron todas las cubiertas y las fachadas de todo el edificio, se detectó que en las actuaciones remodeladoras y reparadoras realizadas en intervenciones anteriores habían transformado de forma considerable algunas de las fachadas del Monasterio. Se habían empleado morteros de cemento que ofrecen un comportamiento hídrico y mecánico poco recomendable para la correcta conservación del conjunto. Además, este tipo de conglomerantes, constituyen en sí mismos, un aporte constante de sales solubles tipo

sulfato y nitrato, que son un peligro latente para los materiales originales que están en contacto.

Además, muchas de las reintegraciones y parcheados habían sido ejecutadas sin respetar el aspecto y superficies originales, ocultando parte de estas y ofreciendo un aspecto descuidado y poco deseable.



Ilustración Anexo 6- 27 Claustro de la hospedería. Fuente: elaboración propia

Se habían adosado en distintos momentos, estructuras e instalaciones, que no contemplan la compatibilidad estilística ni la afinidad mecánica con las unidades constructivas originales; se han abierto nuevos vanos y cegado algunos de los originales existentes. Un ejemplo de esto podemos verlo en la Ilustración Anexo 6-27, en la que se aprecian diferentes volúmenes que se han anexoado en el interior del patio y que alteran su forma cuadrangular original y su estética.

6.4. Monasterio de Santa María la Real de Aguilar de Campoo.

La historia del monasterio, dejando al margen las leyendas que se le atribuyen, corresponde al año 1169 cuando Alfonso VIII lo entrega a la orden premostratense. En 1173 el cardenal Jacinto confirma la donación y pone el monacato bajo la protección real. Se reconstruyó hacia 1185 -claustro y dependencias- y la iglesia hacia 1213 consagrándose el conjunto por el obispo de Burgos don Mauricio el 1222. En 1209 se edificó la sala capitular. En el siglo XVII el claustro alto y durante este siglo y el siguiente la fachada con las dos alas que configuran el acceso principal.

Con la desamortización de Mendizábal comienza la parte más aciaga para el monasterio. Caído en el olvido, será abandonado (Ilustración Anexo 6- 29), fugazmente ocupado en la guerra civil como cuartel y posteriormente expoliado. Parte de sus capiteles se llevaron al Museo Arqueológico de donde nunca regresarán.



Ilustración Anexo 6- 28 Vista del monasterio desde la Hospedería. Fuente: elaboración propia



Ilustración Anexo 6- 29 Vista del monasterio desde Peña Longa 1908. Fuente: Col. Sanz (Matesanz Vera 1994)

Se realizaron algunas intervenciones poco acertadas, hasta que en 1977 se funda la Asociación de Amigos del Monasterio, con el impulso de José María Peridis y la creación de las primeras escuelas-taller comienza a rehabilitarse el monasterio hasta conseguir el aspecto actual.

En la actualidad se ubica el ROM que es un centro expositivo sobre el románico y además se realiza una visita guiada al monasterio. Otra parte del mismo está destinada a Instituto de enseñanza secundaria y Escuela Oficial de Idiomas. Y en los edificios anexos exteriores se encuentra la hospedería que funciona como hotel rural.

a) Planta:

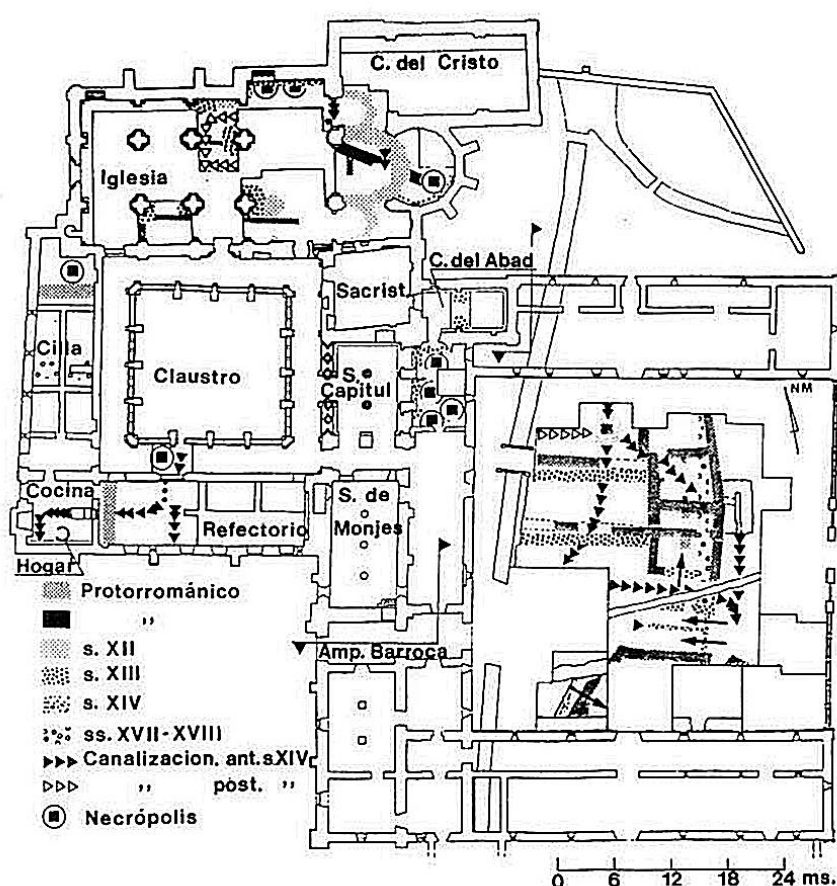


Ilustración Anexo 6- 30 Plano de los trabajos arqueológicos. Fuente: (Matesanz Vera 1994)

El monasterio original ocupaba lo que se articula alrededor del claustro. Posteriormente se ampliará la zona este y se subirá una planta. Podemos ver en la Ilustración Anexo 6- 30, que la distribución de las dependencias alrededor del claustro se sigue el esquema clásico ya expuesto en el capítulo de la definición de la tipología constructiva. La parte que se construyó con posterioridad, que aparece representada a la derecha sería la del compás y fue construida cuando el monasterio adquirió más importancia, por lo que la necesidad de nuevas dependencias para monjes y novicios impulsó la construcción de esta nueva ala.

b) Iglesia:

Ilustración Anexo 6- 31 Imagen desde el crucero antes de la demolición del coro. Fuente: Archivo Mas (Matesanz Vera 1994)

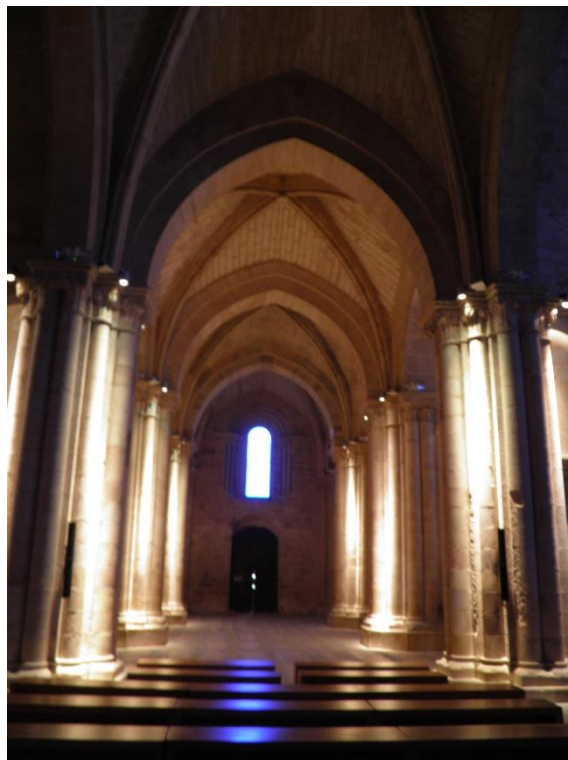


Ilustración Anexo 6- 32 Imagen desde el crucero en la actualidad. Fuente: elaboración propia

Como hemos podido apreciar en la Ilustración Anexo 6-29, muchas partes del monasterio perdieron la cubierta, entre ellas la Iglesia. La primera intervención, muy puntual, parece que se documenta durante los años de la Segunda República (1931-1939) y consiste en la actuación en el tejado de la iglesia. La segunda es considerada como la primera en la que hay cierta continuidad y se llevará a cabo entre 1955 y 1968, siendo arquitecto director A. Arenillas. El problema fundamental de esta intervención fue su dureza, aunque tuvo aspectos útiles y positivos que pararon en parte el deterioro del conjunto, como las ya referidas reparaciones de tejados en amplias zonas del monasterio. Sin embargo, realizó actuaciones puntuales realmente desafortunadas, como fue el desmontaje del coro situado a los pies de la iglesia, lo que supuso la pérdida de este elemento que desapareció por completo como podemos ver en la Ilustración Anexo 6- 31 e Ilustración Anexo 6- 32. Dato interesante y con repercusiones claramente negativas desde el punto de vista arqueológico, es la remodelación del suelo de la iglesia, en la cual se sustituyeron en su totalidad las cubiertas de piedra (enlosado) de los enterramientos por una capa de doble rasilla y hormigón. En el ábside central gótico se desmontaron los tres peldaños que daban acceso al mismo, para poner a la luz las pequeñas basas de los pilarcillos del mismo. Tras des- montar los escalones, homogeneizando el suelo a la misma altura, lo remató colocando en todo el espacio del ábside una plancha de hormigón. En la zona del presbiterio elevó el nivel colocando dos escalones que ocultaban las basas de

las columnas del arco triunfal, por lo cual desmontó el suelo y volvió a montar unas reproducciones de las mismas, elevándolas sobre el nivel previo. En otras zonas de la iglesia sencillamente colocó planchas de hormigón y después imitó la compartimentación de los enterramientos. (Matesanz Vera 1994).

En la actualidad, la iglesia ya no tiene culto y se utiliza como parte del recorrido turístico de la visita guiada al monasterio y como zona de exposición y proyección de audiovisuales.

Durante las excavaciones arqueológicas realizadas en la iglesia (Matesanz Vera 1994), se encontraron los restos de la cimentación del ábside de la iglesia anterior a la actual. En la actualidad se ha marcado con losas grises en el nuevo solado de la Iglesia, las trazas de la antigua iglesia.

c) Sala Capitular:

La sala capitular dejó de tener su uso cuando se construyó la segunda planta del claustro. En su lugar se construyó una escalera. Posteriormente esta escalera se demolió para darle a la sala capitular el aspecto que tendría originalmente. Actualmente se encuentra vacía, conserva algunas lápidas y pertenece al recorrido turístico por el monasterio.



Ilustración Anexo 6- 33. Entrada a la Sala Capitular desde el claustro. Fuente: elaboración propia

d) Refectorio:

Actualmente el refectorio es un salón de actos. En los muros se pueden observar mechinales y restos de las trazas de la cubierta original. Como podemos observar en la Ilustración Anexo 6- 34, el forjado original se sustituyó por otro de hormigón prefabricado. Se conservan los paramentos originales pero no los suelos.



Ilustración Anexo 6- 34. Estado actual del refectorio. Fuente: elaboración propia

e) Claustro:

Como podemos observar en la Ilustración Anexo 6- 35, el estado de conservación del claustro no era bueno. No se conservaba el forjado del claustro alto ni su cubierta. Lo único que se mantenía en pie eran los arcos.

"También la intervención en el claustro alto fue bastante desatinada. Comenzó a desmontar la referida segunda planta cuando se encontraba completa y en buen estado (sin cubierta ni techumbre, pero completa). Su intervención consistió en desmontar el ala este y luego recomponerla, pero sin seguir el esquema previo. La planta alta la reconstruyó apoyándola en la iglesia por el norte y en el refectorio por el sur, con pretensiones de desmontar el resto del claustro alto, intentando, probablemente, imitar la configuración de un monasterio cisterciense prototípico (esto es una suposición, pues no hay otra explicación lógica para tamaño desatino, que destruyó gran parte de la estructura preexistente del claustro que, aunque en ruinas, estaba prácticamente completo)"(Matesanz Vera 1994).

En el proceso de montaje cambió la estructura original en cuanto a la forma de los arcos, convirtiendo arcos de medio punto en apuntados o ligeramente apuntados con

concepciones puristas absolutamente equivocadas. Los contrafuertes fueron convertidos en pilastras que intentaban homogeneizarse con la planta alta del s. xvii. Un nuevo error fue la introducción, de manera indiscriminada, de piedra arenisca de color rojizo que no tiene nada que ver con el resto de la fábrica del monasterio. Los capiteles originales fueron desmontados y sustituidos por burdas copias «pseudorrománicas» y los fustes de piedra arenisca reemplazados por otros de uralita (Ilustración Anexo 6- 36).



Ilustración Anexo 6- 38 Vista del claustro actual desde planta baja. Fuente: elaboración propia



Ilustración Anexo 6- 35 Claustro antes de la intervención de 1955. Fuente: Fundación Santa María la Real

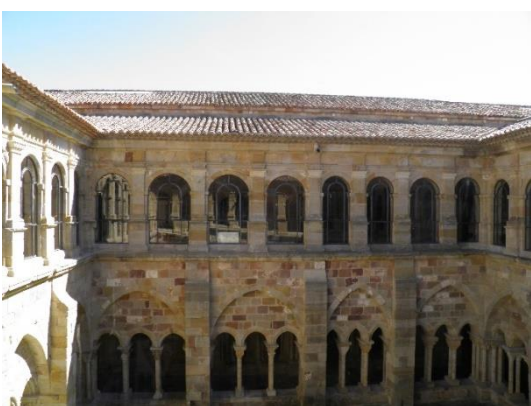


Ilustración Anexo 6- 37 Vista del claustro actual desde planta alta. Fuente: elaboración propia



Ilustración Anexo 6- 36 Claustro durante la intervención de Arenillas. Fuente: Caballero Zoreda (Matesanz Vera 1994)

En la Ilustración Anexo 6- 37 e Ilustración Anexo 6- 38 podemos ver el estado actual del claustro. La parte del claustro alto se ha acristalado y se ha realizado forjados de hormigón tanto para el forjado de planta como para el de la cubierta. El solado del claustro alto es reciente de aplacado cerámico y el del claustro bajo es de piedra, al algunas zonas el original.

d) Bajo Cubierta:

Ilustración Anexo 6- 39. Vistas de la zona bajocubierta de la Iglesia. Fuente: elaboración propia

Este espacio se corresponde con el espacio bajo cubierta de la iglesia. Como podemos ver en las imágenes (Ilustración Anexo 6- 39) sobresalen por el techo las partes altas de las bóvedas. Actualmente se usa como zona de trabajo de la Fundación Santa María. Esta cubierta también se tuvo que hacer nueva y para su ejecución se utilizó un forjado de hormigón prefabricado.

f) Exteriores:Ilustración Anexo 6- 40 Fachada oeste del monasterio.
Elaboración propiaIlustración Anexo 6- 41 Fachada este del monasterio. Fuente:
elaboración propia

En la Ilustración Anexo 6- 40, observamos la espadaña de la Iglesia y el muro de la cilla. Actualmente la zona de la cilla ocupa dependencias de la Escuela de Idiomas y el Instituto de Educación Secundaria. En la Ilustración Anexo 6- 41 podemos ver lo que hoy es la entrada principal, se corresponde con el antiguo compás del monasterio y la última ampliación del mismo cuando todavía funcionaba como monasterio.



Ilustración Anexo 6- 43 Fachada oeste. Detalle de la chimenea de la cocina. Fuente: elaboración propia



Ilustración Anexo 6- 42 Fachada de la hospedería. Fuente: elaboración propia

En la fachada oeste, todavía podemos apreciar la antigua chimenea de la cocina del monasterio (Ilustración Anexo 6- 43). El monasterio actualmente cuenta con una hospedería que se ha construido en las antiguas dependencias de servicio del monasterio (Ilustración Anexo 6- 42).

Anexo 7. Simulaciones en el banco de pruebas

7.1. Elemento Muro. Monasterio 1. Solución 1

CASO	CASO3_ONP_PO	Elemento	MURO
------	--------------	----------	------

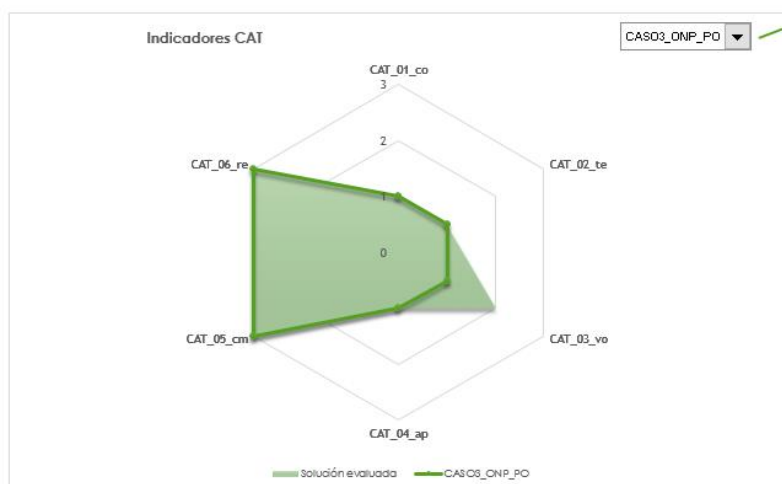
INDICADORES	Código	Valoración	Puntuación	Cumplimiento requisitos catalogación
Color	CAT_01_co	Nada_parecido	1	cumple
Textura	CAT_02_te	Nada_parecido	1	cumple
Volumen	CAT_03_vo	Parecido	2	cumple
Apariencia	CAT_04_ap	Nada_parecido	1	cumple
Compatibilidad	CAT_05_cm	Compatible	3	cumple
Reversibilidad	CAT_06_re	Reversible	3	cumple

solución aceptada

Viabilidad técnica	REH_01_vt	Alta	3
Viabilidad económica	REH_02_ve	Media	2
Facilidad de ejecución	REH_03_fe	Alta	3
Facilidad de mantenimiento	REH_04_fm	Alta	3

Mejora de la eficiencia energética	ENE_01_me	Alta	3
Mejora de la permeabilidad al aire	ENE_01_pa	No_aplica	0
Respetuosa con el Medio Ambiente	ENE_02_rm	Baja	1
Durabilidad	ENE_03_du	Alta	3
Totales			29

Seleccionar No aplica

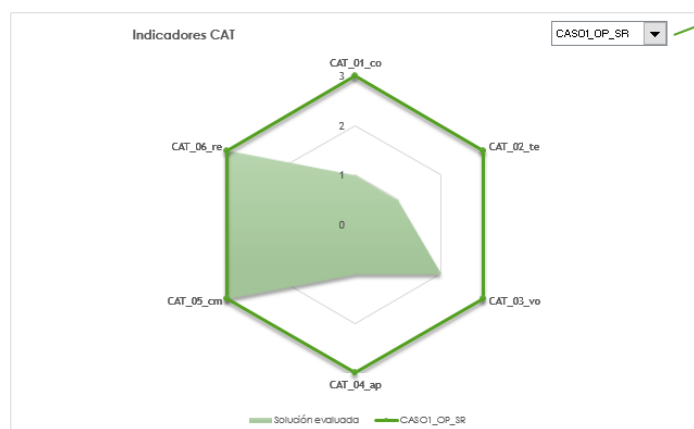


7.2. Elemento Muro. Monasterio 2. Solución 1

CASO CASO1_OP_SR elemento MURO

INDICADORES	Código	Valoración	Puntuación	Cumplimiento requisitos catalogación
Color	CAT_01_co	Nada_parecido	1	no cumple
Textura	CAT_02_te	Nada_parecido	1	no cumple
Volumen	CAT_03_vo	Parecido	2	no cumple
Apariencia	CAT_04_ap	Nada_parecido	1	no cumple
Compatibilidad	CAT_05_cm	Compatible	3	cumple
Reversibilidad	CAT_06_re	Reversible	3	cumple

solución descartada

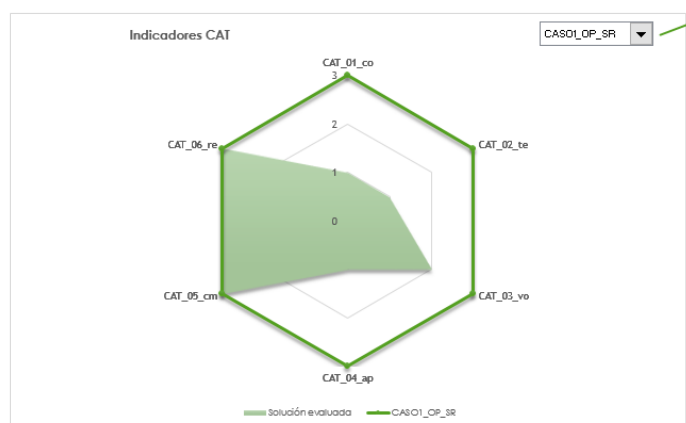


7.3. Elemento Muro. Monasterio 3. Solución 1

CASO CASO1_OP_SR elemento MURO

INDICADORES	Código	Valoración	Puntuación	Cumplimiento requisitos catalogación
Color	CAT_01_co	Nada_parecido	1	no cumple
Textura	CAT_02_te	Nada_parecido	1	no cumple
Volumen	CAT_03_vo	Parecido	2	no cumple
Apariencia	CAT_04_ap	Nada_parecido	1	no cumple
Compatibilidad	CAT_05_cm	Compatible	3	cumple
Reversibilidad	CAT_06_re	Reversible	3	cumple

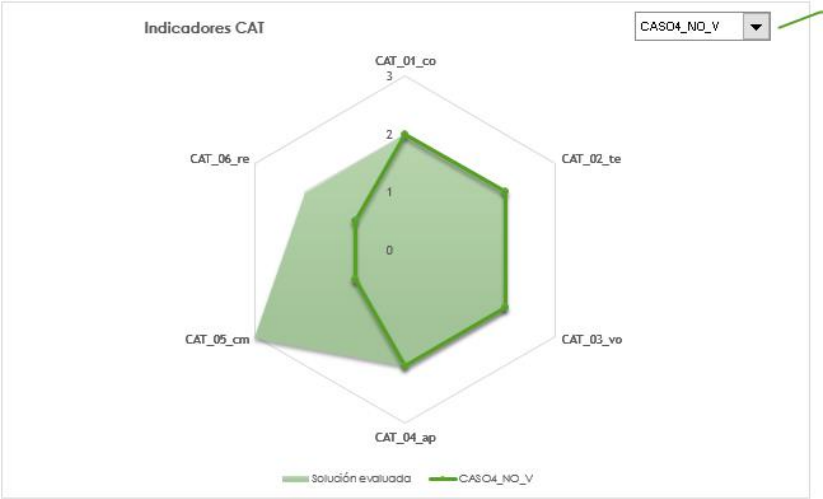
solución descartada



7.4. Elemento Hueco. Monasterio 1. Solución 2

CASO	CASO4_NO_V	Elemento	HUECO
------	------------	----------	-------

INDICADORES	Código	Valoración	Puntuación	Cumplimiento requisitos catalogación
Color	CAT_01_co	Parecido	2	cumple
Textura	CAT_02_te	Parecido	2	cumple
Volumen	CAT_03_vo	Parecido	2	cumple
Apariencia	CAT_04_ap	Parecido	2	cumple
Compatibilidad	CAT_05_cm	Compatible	3	cumple
Reversibilidad	CAT_06_re	No_totalmente_reversible	2	cumple
				solución aceptada
Viabilidad técnica	REH_01_vt	Media	2	
Viabilidad económica	REH_02_ve	Media	2	
Facilidad de ejecución	REH_03_fe	Alta	3	
Facilidad de mantenimiento	REH_04_fm	Alta	3	
Mejora de la eficiencia energética	ENE_01_me	Alta	3	
Mejora de la permeabilidad al aire	ENE_01_pa	Muy_estanco	3	
Respetuosa con el Medio Ambiente	ENE_02_rm	Baja	1	
Durabilidad	ENE_03_du	Alta	3	
Totales			33	

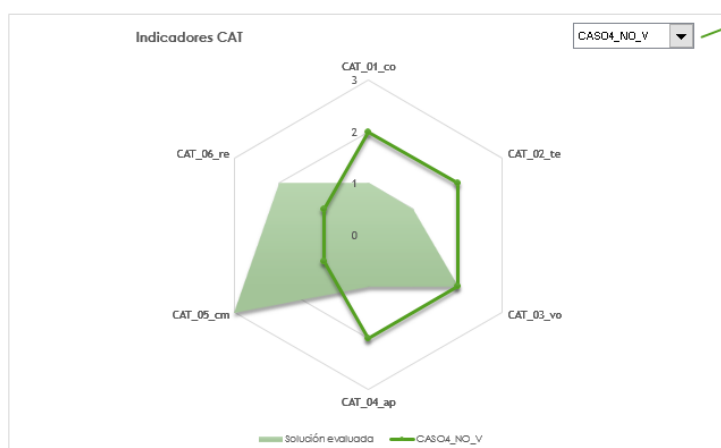


7.5. Elemento Hueco. Monasterio 2. Solución 2.

CASO	CASO4_NO_V	Elemento	HUECO
------	------------	----------	-------

INDICADORES	Código	Valoración	Puntuación	Cumplimiento requisitos catalogación
Color	CAT_01_co	Nada_parecido	1	no cumple
Textura	CAT_02_te	Nada_parecido	1	no cumple
Volumen	CAT_03_vo	Parecido	2	cumple
Apariencia	CAT_04_ap	Nada_parecido	1	no cumple
Compatibilidad	CAT_05_cm	Compatible	3	cumple
Reversibilidad	CAT_06_re	No_totalmente_reversible	2	cumple

solución descartada

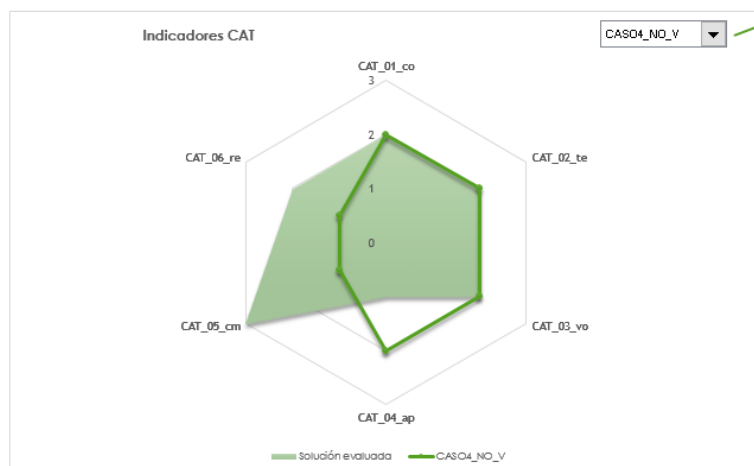


7.6. Elemento Hueco. Monasterio 3. Solución 2

CASO	CASO4_NO_V	Elemento	HUECO
------	------------	----------	-------

INDICADORES	Código	Valoración	Puntuación	Cumplimiento requisitos catalogación
Color	CAT_01_co	Parecido	2	cumple
Textura	CAT_02_te	Parecido	2	cumple
Volumen	CAT_03_vo	Parecido	2	cumple
Apariencia	CAT_04_ap	Nada_parecido	1	no cumple
Compatibilidad	CAT_05_cm	Compatible	3	cumple
Reversibilidad	CAT_06_re	No_totalmente_reversible	2	cumple

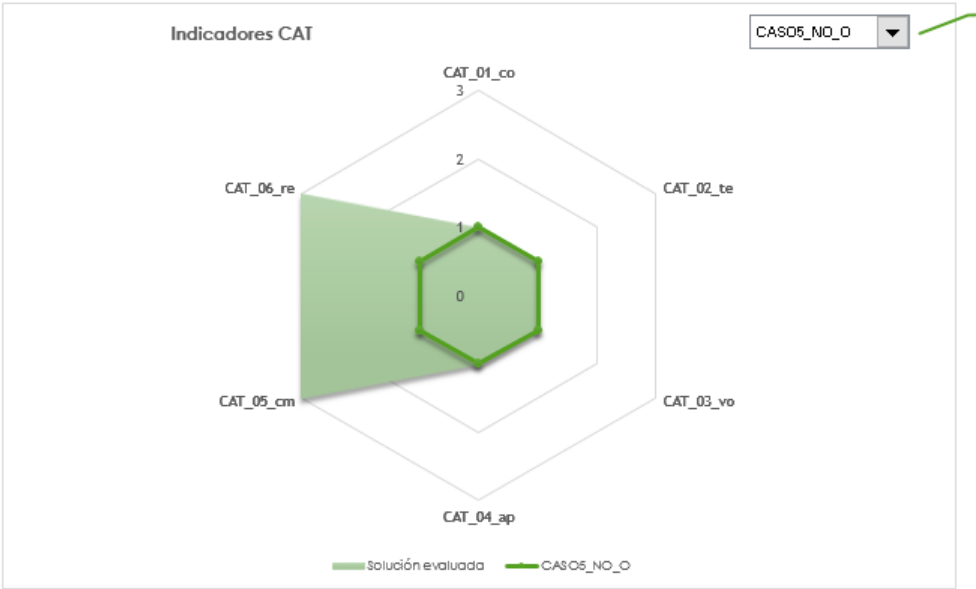
solución descartada



7.7. Elemento Suelo. Monasterio 1. Solución 3.

CASO	CASO5_NO_0	Elemento	SUELO
------	------------	----------	-------

INDICADORES	Código	Valoración	Puntuación	Cumplimiento requisitos catalogación
Color	CAT_01_co	Nada_parecido	1	cumple
Textura	CAT_02_te	Nada_parecido	1	cumple
Volumen	CAT_03_vo	Nada_parecido	1	cumple
Apariencia	CAT_04_ap	Nada_parecido	1	cumple
Compatibilidad	CAT_05_cm	Compatible	3	cumple
Reversibilidad	CAT_06_re	Reversible	3	cumple
solución aceptada				
Viabilidad técnica	REH_01_vt	Alta	3	
Viabilidad económica	REH_02_ve	Media	2	
Facilidad de ejecución	REH_03_fe	Alta	3	
Facilidad de mantenimiento	REH_04_fm	Alta	3	
Mejora de la eficiencia energética	ENE_01_me	Baja	1	
Mejora de la permeabilidad al aire	ENE_01_pa	No_aplica	0	Seleccionar No aplica
Respetuosa con el Medio Ambiente	ENE_02_rm	Baja	1	
Durabilidad	ENE_03_du	Alta	3	
Totales			26	



7.8. Suelo. Monasterio 2. Solución 3

CASO	CASO3_ONP_PO	Elemento	SUELO
------	--------------	----------	-------

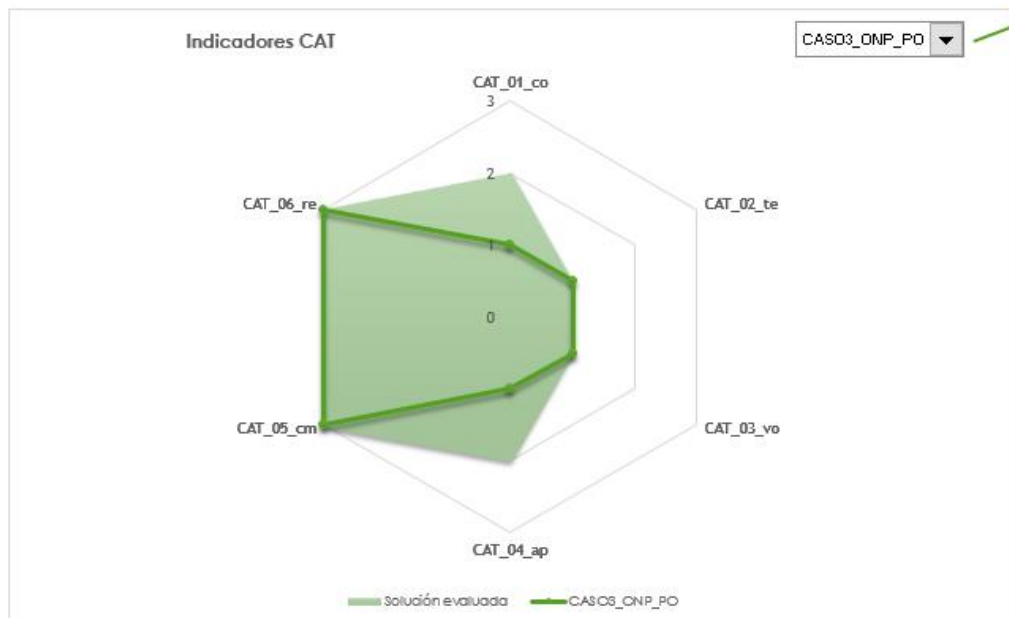
INDICADORES	Código	Valoración	Puntuación	Cumplimiento requisitos catalogación
Color	CAT_01_co	Parecido	2	cumple
Textura	CAT_02_te	Nada_parecido	1	cumple
Volumen	CAT_03_vo	Nada_parecido	1	cumple
Apariencia	CAT_04_ap	Parecido	2	cumple
Compatibilidad	CAT_05_cm	Compatible	3	cumple
Reversibilidad	CAT_06_re	Reversible	3	cumple

solución aceptada

Viabilidad técnica	REH_01_vt	Alta	3
Viabilidad económica	REH_02_ve	Media	2
Facilidad de ejecución	REH_03_fe	Alta	3
Facilidad de mantenimiento	REH_04_fm	Alta	3

Mejora de la eficiencia energética	ENE_01_me	Baja	1
Mejora de la permeabilidad al aire	ENE_01_pa	No_aplica	0
Respetuosa con el Medio Ambiente	ENE_02_rm	Baja	1
Durabilidad	ENE_03_du	Alta	3
Totales			28

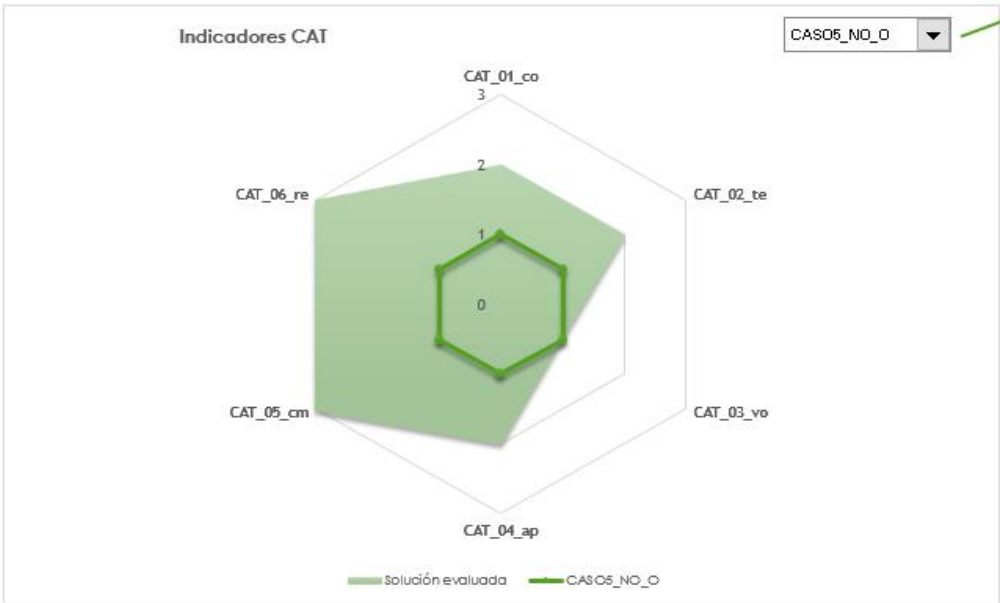
Seleccionar No aplica



7.9. Elemento Suelo. Monasterio 3. Solución 3

CASO	CAS05_NO_0	Elemento	SUELO
------	------------	----------	-------

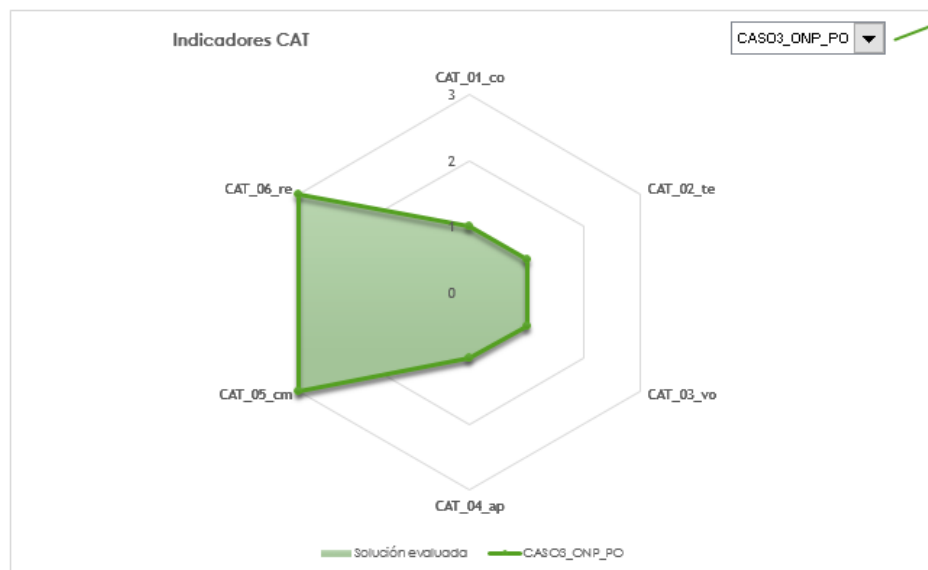
INDICADORES	Código	Valoración	Puntuación	Cumplimiento requisitos catalogación
Color	CAT_01_co	Parecido	2	cumple
Textura	CAT_02_te	Parecido	2	cumple
Volumen	CAT_03_vo	Nada_parecido	1	cumple
Apariencia	CAT_04_ap	Parecido	2	cumple
Compatibilidad	CAT_05_cm	Compatible	3	cumple
Reversibilidad	CAT_06_re	Reversible	3	cumple
				solución aceptada
Viabilidad técnica	REH_01_vt	Alta	3	
Viabilidad económica	REH_02_ve	Media	2	
Facilidad de ejecución	REH_03_fe	Alta	3	
Facilidad de mantenimiento	REH_04_fm	Alta	3	
Mejora de la eficiencia energética	ENE_01_me	Baja	1	
Mejora de la permeabilidad al aire	ENE_01_pa	No_aplica	0	Seleccionar No aplica
Respetuosa con el Medio Ambiente	ENE_02_rm	Baja	1	
Durabilidad	ENE_03_du	Alta	3	
Totales			29	



7.10. Elemento Cubierta. Monasterio 1. Solución 4

CASO	CASO3_ONP_PO	Elemento	CUBIERTA
------	--------------	----------	----------

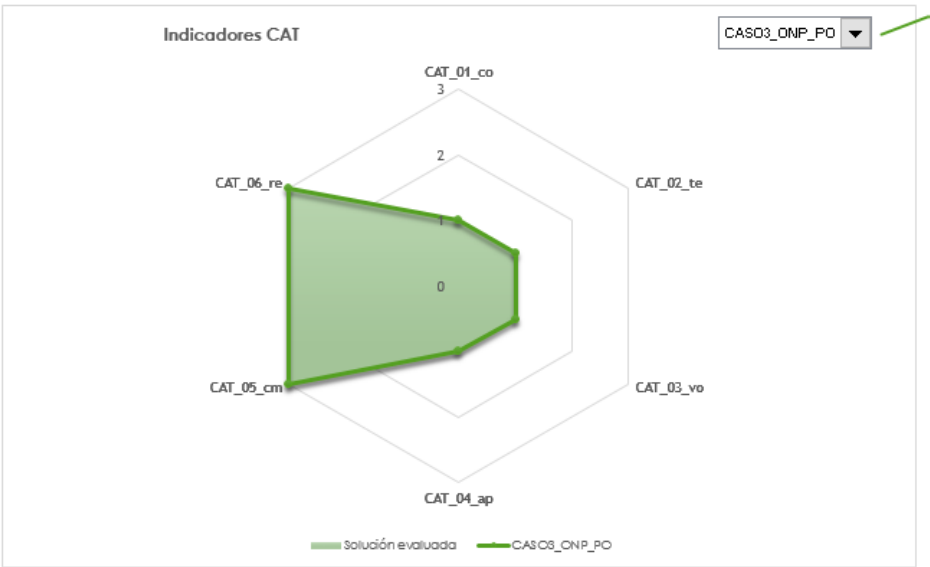
INDICADORES	Código	Valoración	Puntuación	Cumplimiento requisitos catalogación
Color	CAT_01_co	Nada_parecido	1	cumple
Textura	CAT_02_te	Nada_parecido	1	cumple
Volumen	CAT_03_vo	Nada_parecido	1	cumple
Apariencia	CAT_04_ap	Nada_parecido	1	cumple
Compatibilidad	CAT_05_cm	Compatible	3	cumple
Reversibilidad	CAT_06_re	Reversible	3	cumple
				solución aceptada
Viabilidad técnica	REH_01_vt	Alta	3	
Viabilidad económica	REH_02_ve	Alta	3	
Facilidad de ejecución	REH_03_fe	Alta	3	
Facilidad de mantenimiento	REH_04_fm	Alta	3	
Mejora de la eficiencia energética	ENE_01_me	Media	2	
Mejora de la permeabilidad al aire	ENE_01_pa	No_aplica	0	Seleccionar No aplica
Respetuosa con el Medio Ambiente	ENE_02_rm	Baja	1	
Durabilidad	ENE_03_du	Alta	3	
Totales			28	



7.11. Elemento Cubierta. Monasterio 2. Solución 4

CASO	CASO3_ONP_PO	Elemento	CUBIERTA
------	--------------	----------	----------

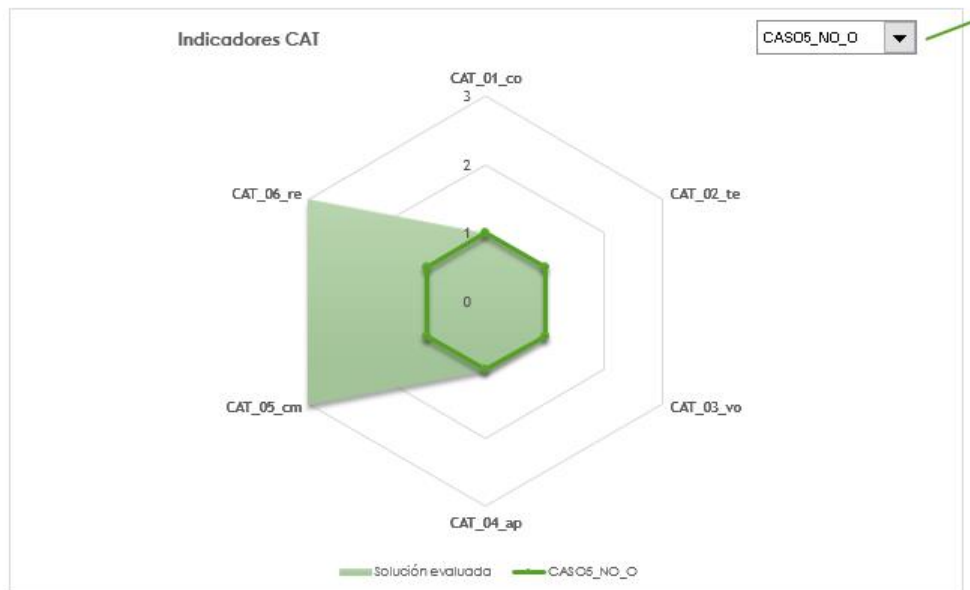
INDICADORES	Código	Valoración	Puntuación	Cumplimiento requisitos catalogación
Color	CAT_01_co	Nada_parecido	1	cumple
Textura	CAT_02_te	Nada_parecido	1	cumple
Volumen	CAT_03_vo	Nada_parecido	1	cumple
Apariencia	CAT_04_ap	Nada_parecido	1	cumple
Compatibilidad	CAT_05_cm	Compatible	3	cumple
Reversibilidad	CAT_06_re	Reversible	3	cumple
				solución aceptada
Viabilidad técnica	REH_01_vt	Alta	3	
Viabilidad económica	REH_02_ve	Alta	3	
Facilidad de ejecución	REH_03_fe	Alta	3	
Facilidad de mantenimiento	REH_04_fm	Alta	3	
Mejora de la eficiencia energética	ENE_01_me	Media	2	
Mejora de la permeabilidad al aire	ENE_01_pa	No_aplica	0	Seleccionar No aplica
Respetuosa con el Medio Ambiente	ENE_02_rm	Baja	1	
Durabilidad	ENE_03_du	Alta	3	
Totales			28	



7.12. Elemento Cubierta. Monasterio 3. Solución 4

CASO	CAS05_NO_0	mento	CUBIERTA
------	------------	-------	----------

INDICADORES	Código	Valoración	Puntuación	Cumplimiento requisitos catalogación
Color	CAT_01_co	Nada_parecido	1	cumple
Textura	CAT_02_te	Nada_parecido	1	cumple
Volumen	CAT_03_vo	Nada_parecido	1	cumple
Apariencia	CAT_04_ap	Nada_parecido	1	cumple
Compatibilidad	CAT_05_cm	Compatible	3	cumple
Reversibilidad	CAT_06_re	Reversible	3	cumple
				solución aceptada
Viabilidad técnica	REH_01_vt	Alta	3	
Viabilidad económica	REH_02_ve	Alta	3	
Facilidad de ejecución	REH_03_fe	Alta	3	
Facilidad de mantenimiento	REH_04_fm	Alta	3	
Mejora de la eficiencia energética	ENE_01_me	Media	2	
Mejora de la permeabilidad al aire	ENE_01_pa	No_aplica	0	Seleccionar No aplica
Respetuosa con el Medio Ambiente	ENE_02_rm	Baja	1	
Durabilidad	ENE_03_du	Alta	3	
Totales			28	

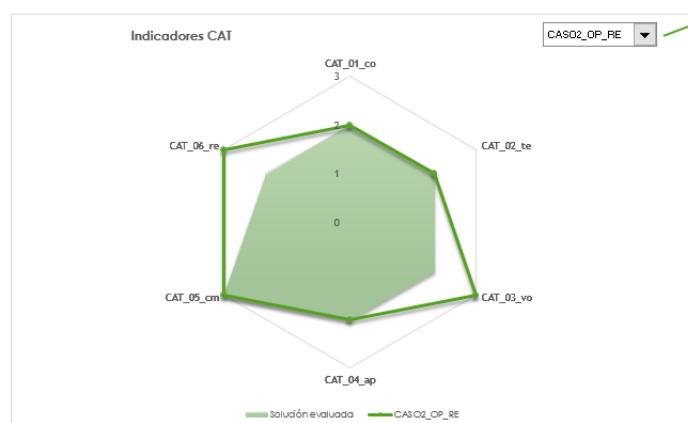


7.13. Elementos Cubierta. Monasterio 1. Solución 5

CASO	CASO2_OP_RE	Elemento	CUBIERTA
------	-------------	----------	----------

INDICADORES	Código	Valoración	Puntuación	Cumplimiento requisitos catalogación
Color	CAT_01_co	Parecido	2	cumple
Textura	CAT_02_te	Parecido	2	cumple
Volumen	CAT_03_vo	Parecido	2	no cumple
Apariencia	CAT_04_ap	Parecido	2	cumple
Compatibilidad	CAT_05_cm	Compatible	3	cumple
Reversibilidad	CAT_06_re	No_totalmente_reversible	2	no cumple

solución descartada

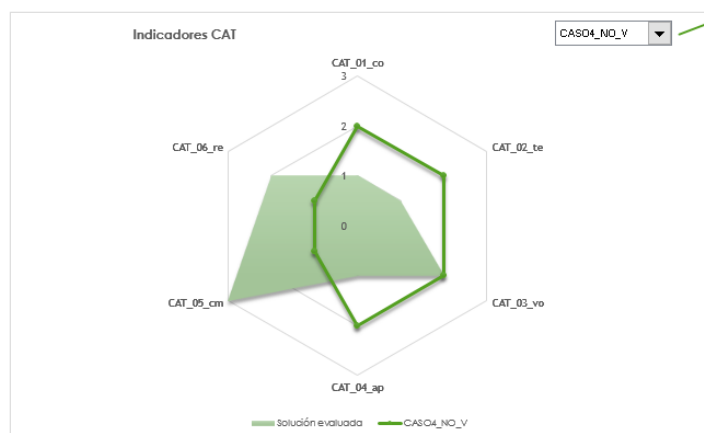


7.14. Elementos Cubierta. Monasterio 2. Solución 5.

CASO	CASO4_NO_V	Elemento	CUBIERTA
------	------------	----------	----------

INDICADORES	Código	Valoración	Puntuación	Cumplimiento requisitos catalogación
Color	CAT_01_co	Nada_parecido	1	no cumple
Textura	CAT_02_te	Nada_parecido	1	no cumple
Volumen	CAT_03_vo	Parecido	2	cumple
Apariencia	CAT_04_ap	Nada_parecido	1	no cumple
Compatibilidad	CAT_05_cm	Compatible	3	cumple
Reversibilidad	CAT_06_re	No_totalmente_reversible	2	cumple

solución descartada



7.15. Elemento Cubierta. Monasterio 3. Solución 5

CASO	CASO4_NO_V	Elemento	CUBIERTA
------	------------	----------	----------

INDICADORES	Código	Valoración	Puntuación	Cumplimiento requisitos catalogación
Color	CAT_01_co	Parecido	2	cumple
Textura	CAT_02_te	Parecido	2	cumple
Volumen	CAT_03_vo	Parecido	2	cumple
Apariencia	CAT_04_ap	Parecido	2	cumple
Compatibilidad	CAT_05_cm	Compatible	3	cumple
Reversibilidad	CAT_06_re	No_totalmente_reversible	2	cumple

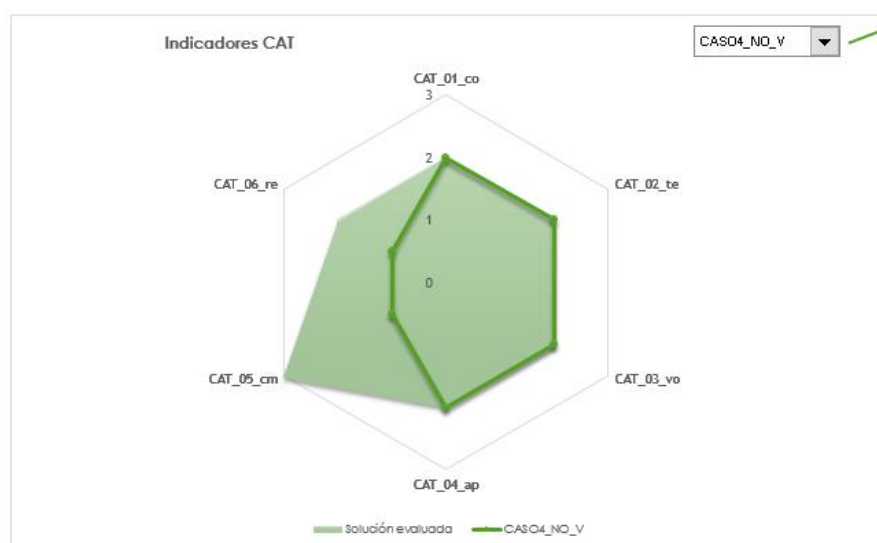
solución aceptada

Viabilidad técnica	REH_01_vt	Media	2
Viabilidad económica	REH_02_ve	Media	2
Facilidad de ejecución	REH_03_fe	Media	2
Facilidad de mantenimiento	REH_04_fm	Alta	3

Mejora de la eficiencia energética	ENE_01_me	Media	2
Mejora de la permeabilidad al aire	ENE_01_pa	No_aplica	0
Respetuosa con el Medio Ambiente	ENE_02_rm	Baja	1
Durabilidad	ENE_03_du	Alta	3

Seleccionar No aplica

Totales 29

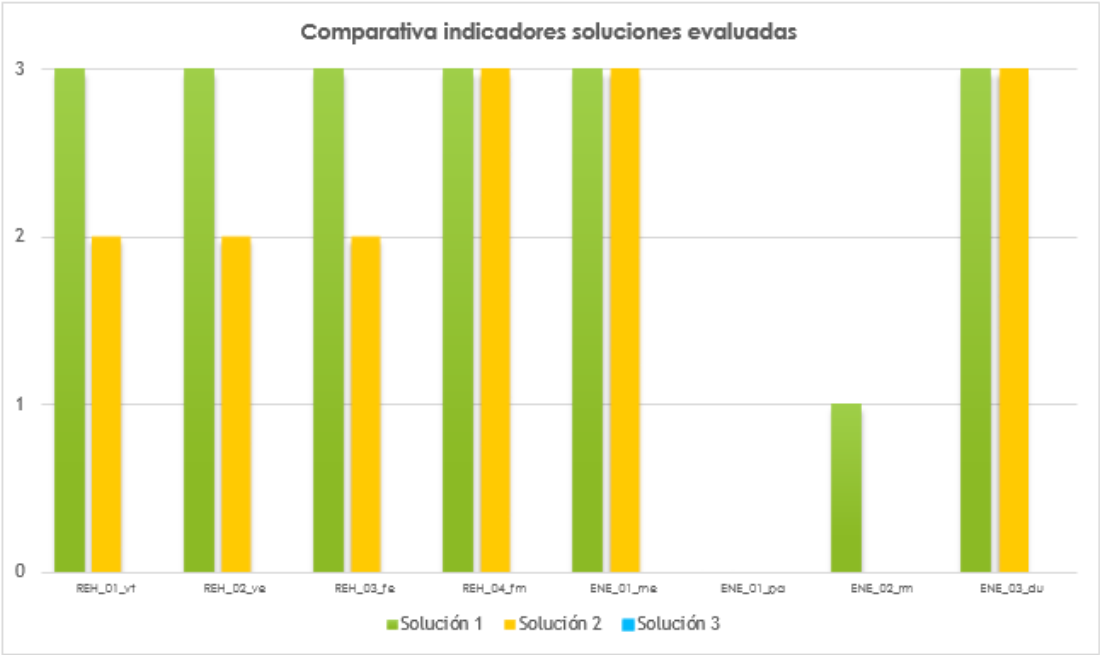
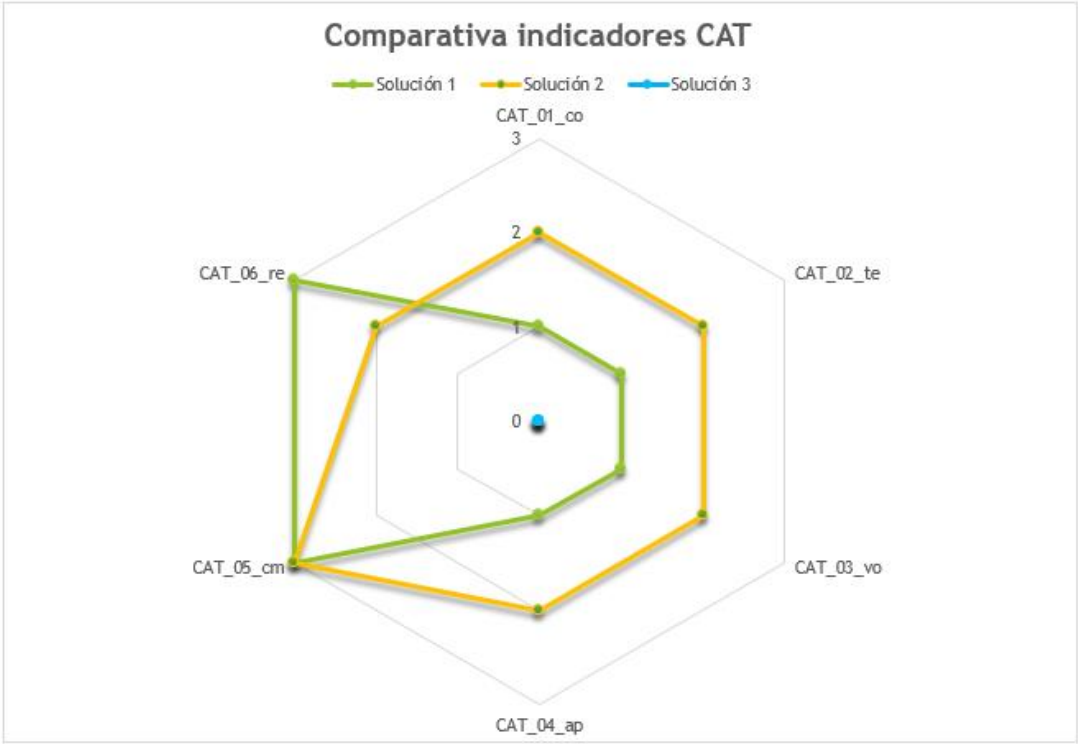


7.16. Comparativa Solución 4 y 5. Elemento Cubierta. Monasterio 3.

Comparativa de soluciones

		Solución 1	Solución 2
INDICADORES	Código	Puntuación	Puntuación
Color	CAT_01_co	1	2
Textura	CAT_02_te	1	2
Volumen	CAT_03_vo	1	2
Apariencia	CAT_04_ap	1	2
Compatibilidad	CAT_05_cm	3	3
Reversibilidad	CAT_06_re	3	2
Viabilidad técnica	REH_01_vt	3	2
Viabilidad económica	REH_02_ve	3	2
Facilidad de ejecución	REH_03_fe	3	2
Facilidad de mantenimiento	REH_04_fm	3	3
Mejora de la eficiencia energética	ENE_01_me	3	3
Mejora de la permeabilidad al aire	ENE_01_pa	0	0
Respetuosa con el Medio Ambiente	ENE_02_rm	1	0
Durabilidad	ENE_03_du	3	3
Totales		29	29

	Solución 1	Solución 2
Transmitancia total del elemento rehabilitado (Urev)	0,2	0,44
Porcentaje de reducción de pérdidas de energía	82,301	81,435
Exigencia CTE	0	0,35
Índice comparativo de viabilidad económica (lcve)	12,839	0,977



Índice de tablas e ilustraciones

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 5.4 1. Relación de algunos ejemplos de las órdenes religiosas masculinas en España.....	54
Tabla 5.4 2. División de las órdenes religiosas. Fuente: Plan Nacional de Abadías, Monasterios y Conventos(IPCE 2011)	55
Tabla 6.1 1. Descripción de los campos utilizados en la Base de Datos. Fuente: Elaboración propia	64
Tabla 6.1 2. Registros pendientes de verificación que aparecen sombreados en el Plan. Fuente: Elaboración propia	65
Tabla 6.1 3. Registros en los que hemos encontrado datos a verificar. Fuente: Elaboración Propia	66
Tabla 6.2 1. Número de Monasterios según su orden fundacional. Fuente: Elaboración propia	67
Tabla 6.2 2. Distribución geográfica de los monasterios según su distribución geográfica. Fuente: Elaboración propia	68
Tabla 6.4 1. Número de monasterios por orden fundacional y género. Fuente: Elaboración propia.	68
Tabla 6.4 2. Distribución geográfica según la orden fundacional. Fuente: Elaboración propia.	69
Tabla 6.5 1. Correlación entre orden fundacional y orden actual. Fuente: Elaboración propia.	70
Tabla 6.6 1. Usos actuales de los monasterios según la orden. Fuente: Elaboración propia.	70
Tabla 6.7 1. Estado de conservación según la orden fundacional. Fuente: Elaboración propia.	73
Tabla 7.2 1 Clasificación de los tipos de muros más habituales en los monasterios. Fuente: elaboración propia	78
Tabla 7.1 2. Cuadro resumen de los elementos constructivos característicos de los monasterios Fuente: Elaboración propia	87
Tabla 8.2 1 Resumen de los fundamentos teóricos que utilizaremos en el comportamiento energético. Fuente: Elaboración propia.....	90
Tabla 8.2 2. Resistencia térmicas superficiales recogidas en el Documento de Apoyo al DA DB/HE1(Ministerio de Fomento 2015).....	91
Tabla 8.7 1 Temperaturas de confort del suelo para personas descalzas. Fuente: (Hernández Calleja 1998).....	97
Tabla 8.8 1 Como considerar los diferentes elementos constructivos dentro del claustro según sus circunstancias para el cálculo de la transmitancia. Fuente: Elaboración propia	98
Tabla 8.9 1 Clasificación de los tipos de climas en España según el CTE. Fuente: CTE.	101
Tabla 8.11 1. Comparativa entre las transmitancias en el elemento muro calculadas en el anexo 4 y los valores mínimos CTE. Fuente: elaboración propia	104
Tabla 8.11 2. . Comparativa entre las transmitancias en el elemento cubierta calculadas en el anexo 4 y los valores mínimos CTE. Fuente: elaboración propia.....	105
Tabla 8.11 3 Comparativa entre las transmitancias en el elemento suelo calculadas en el anexo 4 y los valores mínimos CTE. Fuente: elaboración propia	105

Tabla 8.11 4 Comparativa entre las transmitancias en el elemento huecos calculadas en el anexo 4 y los valores mínimos CTE. Fuente: elaboración propia.....	105
Tabla 9.2 1. Resumen de los criterios de intervención recogidos en las leyes autonómicas. Fuente: Elaboración propia.....	105
Tabla 9.2 2 Resumen de los criterios de intervención recogidos en los catálogos de los Ayuntamientos. Fuente: Elaboración propia	109
Tabla 9.3 1 Clasificación de los diferentes CASOS, descripción y ejemplos de elementos y solución. Fuente: Elaboración propia.....	111
Tabla 10.1 1 Caudales mínimos de aire exterior por persona utilizando el método indirecto para edificios no residenciales Fuente: RITE	117
Tabla 10.1 2. Caudal de ventilación mínimo exigido para edificios residenciales. Fuente: HS3 CTE.....	118
Tabla 10.2 1 Características principales de los aislantes más utilizados. Fuente: (Instituto Valenciano de la Construcción 2011).....	120
Tabla 11.2 1 Casos en los que podemos encontrarnos el elemento constructivo a intervenir según si es un elemento original o no y si está protegido o no. Fuente: Elaboración propia. .	156
Tabla 11.3 1 Resumen de los criterios de intervención recogidos en las leyes autonómicas y municipales. Fuente: Elaboración propia.....	158
Tabla 11.3 2 Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica. Fuente: CTE (Ministerio de Fomento 2013).....	161
Tabla 11.3 3. Tabla explicativa del cálculo del porcentaje de reducción de pérdidas. Fuente: elaboración propia.	162
Tabla 11.3 4. Indicadores agrupados por categorías y sus códigos correspondientes. Fuente: elaboración propia	164
Tabla 11.4 1 Escala de valoración indicadores relacionados con la catalogación del edificio. Fuente: elaboración propia.....	165
Tabla 11.4 2 Escala de valoración indicaciones relacionados con la rehabilitación de los sistemas constructivos. Fuente: elaboración propia	165
Tabla 11.4 3 Escala de valoración indicadores relacionados con la rehabilitación energética. Fuente: Elaboración propia	165
Tabla 11.4 4 Correlación entre los niveles de la escala de valoración y un valor numérico asignado. Fuente: Elaboración propia.....	165
Tabla 11.4 5. Criterios de elección asignados a indicador Color. Fuente: Elaboración propia .	167
Tabla 11.4 6. Criterios de elección asignados al indicador Textura. Fuente: elaboración propia	167
Tabla 11.4 7. Criterios de elección asignados al indicador volumen. Fuente: Elaboración propia	168
Tabla 11.4 8. Criterios de elección asignados al indicador Apariencia. Fuente: elaboración propia	169
Tabla 11.4 9 Criterios de elección asignados al indicador Compatibilidad. Fuente: elaboración propia	170
Tabla 11.4 10 Ejemplo de valoración de tres soluciones en un paramento de piedra. Fuente: (Esbert Alemany & Losada Aranguren 2003)	170
Tabla 11.4 11. Criterios de elección asignados al indicador Reversibilidad. Fuente: Elaboración propia	170

Tabla 11.4 12 Criterios de elección asignados al indicador Viabilidad técnica. Fuente: Elaboración propia	171
Tabla 11.4 13 Criterios de elección asignados al indicador Viabilidad económica. Fuente: Elaboración propia	172
Tabla 11.4 14 Criterios de elección asignados al indicador Facilidad de ejecución. Fuente: elaboración propia	173
Tabla 11.4 15 Criterios de elección asignados al indicador Facilidad de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia	173
Tabla 11.4 16 Efecto de distintas medidas de aislamiento en la pérdida de energía. Fuente: (Alba Ingenieros Consultores 2015)	174
Tabla 11.4 17. Efecto de distintas medidas de aislamiento en la pérdida de calor y criterio indicador. Fuente: elaboración propia.....	175
Tabla 11.4 18 Criterios de elección asignados al indicador Mejora de la Eficiencia Energética. Fuente: Elaboración propia.	175
Tabla 11.4 19 Criterios de elección asignados para al indicador Mejora de la permeabilidad al aire. Fuente: elaboración propia y CTE HE.....	176
Tabla 11.4 20 Criterios de elección asignados para el indicador de Respetuosa con el M.A. Fuente: elaboración propia.....	176
Tabla 11.4 21 Criterios de elección asignados para el indicador de Durabilidad. Fuente: Elaboración propia	177
Tabla 11.5 1 Asignación de valores obligatorios y opcionales según el CASO y el indicador para que una solución fuese aceptada. Fuente: elaboración propia	177
Tabla 11.5 2 Puntuación mínima en la categoría CAT para no descartar la solución y poder seguir valorando. Fuente: elaboración propia	178
Tabla 11.7 1 Representación gráfica de los diferentes patrones según los CASOS en gráfico radial. Fuente: elaboración propia	184
Tabla 12.1 1. Objetivos a cumplir con el banco de pruebas. Elaboración propia	191
Tabla 12.1 2. Matriz de evaluaciones a realizar. Fuente: Elaboración propia	192
Tabla 12.1 3. Soluciones tipo elegidas para el banco de pruebas. Fuente: Elaboración propia.....	192
Tabla 12.1 4. Monasterios tipo elegidos. Fuente: elaboración propia	193
Tabla 12.4 1. Datos del elemento MURO del monasterio de Retuerta. Fuente: elaboración propia y SESREB.I.C.....	195
Tabla 12.4 2. Datos elemento HUECO del monasterio de Retuerta. Fuente: elaboración propia y SESREB.I.C.....	195
Tabla 12.4 3. Datos elemento SUELO del monasterio de Retuerta. Fuente: elaboración propia	196
Tabla 12.4 4. Datos elemento CUBIERTA del monasterio de Retuerta. Fuente: elaboración propia	196
Tabla 12.4 5. Datos elemento MURO monasterio de la Vid. Fuente: elaboración propia y SESREB.I.C.....	197
Tabla 12.4 6. Datos elemento HUECO monasterio de la Vid. Fuente: elaboración propia y SESREB.I.C.....	198
Tabla 12.4 7. Datos elemento SUELO monasterio de la Vid. Fuente: Elaboración propia y SESREB.I.C.....	198

Tabla 12.4 8. Datos elemento CUBIERTA monasterio de la Vid. Fuente: elaboración propia y SESREB.I.C.....	199
Tabla 12.4 9. Datos elemento MURO monasterio de Santa María la Real. Fuente: Elaboración propia y SESREB.I.C.....	200
Tabla 12.4 10. Datos elemento HUECO monasterio de Santa María la Real. Fuente: Elaboración propia y SESREB.I.C.....	200
Tabla 12.4 11 Datos elemento SUELO monasterio de Santa María la Real. Fuente: Elaboración propia y SESREB.I.C.....	201
Tabla 12.4 12 Datos elemento CUBIERTA monasterio de Santa María la Real. Fuente: Elaboración propia y SESREB.I.C.....	201
Tabla 12.5 1 Datos de la Solución 1: trasdosado autoportante. Fuente: elaboración propia y SESREB.I.C.....	203
Tabla 12.5 2 Datos de la Solución 2: cambio de ventanas. Fuente: elaboración propia y SESREB.I.C.....	204
Tabla 12.5 3. Datos de la Solución 3: suelo técnico. Fuente: elaboración propia y SESREB.I.C	207
Tabla 12.5 4 Datos de la Solución 4: aislamiento bajo cubierta. Fuente: elaboración propia y SESREB.I.C.....	208
Tabla 12.5 5 12.5 6 Datos de la Solución 5: aislamiento por el exterior de la cubierta. Fuente: elaboración propia y SESREB.I.C.....	209
Tabla 12.6 1. Representación de las predicciones en cuanto a aceptación y rechazo de las soluciones a evaluar. Fuente: Elaboración propia	210
Tabla 13.5 1. Composición de la cubierta actual y valor de su transmitancia. Fuente: Elaboración propia y CE3X	225
Tabla 13.5 2. Composición cubierta rehabilitada y transmitancia rehabilitada. Fuente: elaboración propia y CE3X	225
Tabla 13.5 3. Tansmitancias de las ventanas antes y después de la rehabilitación. Fuente: Elaboración propia y CE3X	226
Tabla Anexo 2- 1 Línea cronológica desde el Románico hasta el Barroco	275
Tabla Anexo 2- 2. Línea cronológica desde el Barroco hasta nuestros días. Fuente: Elaboración propia	281
Tabla Anexo 3- 1 Situación actual de los monasterios pertenecientes a la Circaria Hispánica. Fuente: Elaboración propia	288
Tabla Anexo 3- 2 Situación actual de los monasterios pertenecientes a la Circaria de Gascuña. Fuente: Elaboración propia	289
Tabla Anexo 3- 3 Distribución habitual en los monasterios premostratenses. Fuente: Elaboración Propia	290
Tabla Anexo 4- 1 Cálculo de la transmitancia de muro de fachada de adobe. Fuente: Elaboración propia	299
Tabla Anexo 4- 2 Cálculo de la transmitancia de muro de fachada de ladrillo aplantillado. Fuente: elaboración propia	299
Tabla Anexo 4- 3 Cálculo de la transmitancia de muro de fachada de ladrillo macizo. Fuente: Elaboración propia	299
Tabla Anexo 4- 4 Cálculo de la transmitancia de muro de fachada de mampostería. Fuente: Elaboración propia	300

Tabla Anexo 4- 5. Cálculo de la transmitancia de muro de fachada de sillería de arenisca. Fuente: elaboración propia	300
Tabla Anexo 4- 6 Cálculo de la transmitancia de muro de fachada de sillería de caliza. Fuente: elaboración propia	300
Tabla Anexo 4- 7 Cálculo de la transmitancia de muro de fachada de sillería de granito. Fuente: elaboración propia	300
Tabla Anexo 4- 8 Cálculo de la transmitancia de muro de fachada de tapial. Fuente: elaboración propia	301
Tabla Anexo 4- 9 Cálculo de la transmitancia de muro de fachada de entramado de madera y mampostería. Fuente: elaboración propia	301
Tabla Anexo 4- 10 Cálculo de la transmitancia de cubierta de madera y teja. Fuente: elaboración propia	301
Tabla Anexo 4- 11 Cálculo de la transmitancia de cubierta de madera y pizarra. Fuente: elaboración propia	301
Tabla Anexo 4- 12 Cálculo de la transmitancia de ventana de madera y vidrio monolítico. Fuente: elaboración propia	302
Tabla Anexo 4- 13 Cálculo de la transmitancia de vidriera de plomo con vidrio monolítico. Fuente: Elaboración propia	302
Tabla Anexo 4- 14 . Cálculo de la transmitancia de puerta de madera. Fuente: elaboración propia	302
Tabla Anexo 4- 15 Cálculo de la transmitancia de solado con piezas cerámicas. Fuente: elaboración propia	302
Tabla Anexo 4- 16 Cálculo de la transmitancia de solado con piedra caliza. Fuente: elaboración propia	302
Tabla Anexo 5- 1 Acciones permitidas según el elemento. Fuente: Ficha catálogo de la Vid ..	305

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES:

Ilustración 1.1 1 Distribución del consumo primario mundial por tipos de combustible en 1973 y 2012. Fuente: IEA((IEA) 2014)	16
Ilustración 1.2 1. Comparativa del proceso de rehabilitación energética entre un edificio existente y uno catalogado. Fuente: Elaboración propia.	19
Ilustración 2.2 1. Esquema de la metodología a seguir. Fuente: Elaboración propia	26
Ilustración 5.3 1 Plano original de la Abadía de San Gallen (Suiza) Fuente: Coloquio Paleografía (Vigil Montes 2012)	48
Ilustración 5.3 2. A la izquierda armariolum de Santa María la Real de Aguilar de Campoo. A la derecha el de Santa María de Retuerta. Fuente: Elaboración propia.....	49
Ilustración 5.3 3. Locutorio en el Monasterio de Santa María la Real de Aguilar de Campoo. Fuente: elaboración propia	50
Ilustración 5.3 4. Mandatum del Monasterio- Hospedería de Santa Fé en Éparoz (Navarra) Fuente: Elaboración propia	51
Ilustración 5.3 5. Plano de distribución general de un monasterio. Fuente: Elaboración propia	52

Ilustración 5.4 1. Vista del Monasterio de San Pedro de Arlanza (Burgos) Fuente: Elaboración propia	56
Ilustración 5.4 2. Plano distribución Monasterio de Silos siglo XII. Fuente: Elaboración propia	56
Ilustración 5.4 3. Monasterio de Santa María de Montederamo (Orense) Fuente: Elaboración propia	57
Ilustración 5.4 4. Plano del Monasterio de Poblet. Fuente: plano adaptado de la web del monasterio(Pla 1980).....	58
Ilustración 5.4 5. Esquema de planta de la Cartuja de Scala Dei. Fuente: Gaità Barraquer(Barraquer i Roviralta 1906)	59
Ilustración 5.4 6. Detalles de las celdas de la Cartuja del Paular. Fuente: Elaboración propia...	60
Ilustración 5.4 7. Planta de distribución de Santa María de Aguilar de Campoo. Fuente: Peridis	61
Ilustración 6.6 1. Distribución de los usos actuales en los monasterios. Fuente: Elaboración propia	71
Ilustración 6.6 3. Distribución de los usos actuales en los Conventos, Abadías y Monasterios. Fuente: Elaboración propia	72
Ilustración 7.2 1 Tipos de muros de fachada en los monasterios B.I.C. Fuente: BAMC.....	79
Ilustración 7.2 2. Esquema de un tapial simple, uno mixto y uno verdugado. Fuente: Dibujo de L.A. Núñez de Arce1	80
Ilustración 7.3 1. Material de cubrición principal en las cubiertas de los monasterios B.I.C. Fuente: BAMC	82
Ilustración 8.3 1. Esquema resumen con algunas de las estrategias bioclimáticas que podemos encontrar en monasterios. Fuente: elaboración propia.	94
Ilustración 8.9 1 Extracto de las tablas de transmitancia de los elementos del CTE. Fuente: CTE	100
Ilustración 8.9 2. Representación de los diferentes tipos de climas del CTE en cada provincia. Fuente: CTE	101
Ilustración 8.10 1. Representación comparativa de cómo interpretan los programas de modelado un muro histórico. Fuente:(Baker 2011).....	103
Ilustración 8.10 2. Clasificación de las carpinterías según la norma UNE-EN 12207. Fuente: UNE-EN 12207(AENOR 2017)	103
Ilustración 9.3 1 Claustro del monasterio de Santa María la Real de Aguilar de Campoo. Fuente: Elaboración propia	112
Ilustración 9.3 2 Detalle capitel reconstruido en el claustro de Santa María la Real de Aguilar de Campoo. Fuente: elaboración propia	112
Ilustración 9.3 3 Rehabilitación de las cubiertas del Monasterio de Santa María de la Vid (Burgos). Fuente: David Blanca	113
Ilustración 9.3 4 Bajocubierta de la iglesia del monasterio de Santa María la Real de Aguilar de Campoo. Fuente: Elaboración propia.....	113
Ilustración 9.3 5 A la izquierda, bajocubierta zona de la entrada. A la derecha, zona de entrada vista desde la primera planta del monasterio de Santa María la Real de Aguilar de Campoo. Fuente: Elaboración propia	114
Ilustración 11.2 1 Comparativa del proceso de rehabilitación energética entre un edificio existente no catalogado y uno catalogado. Fuente: elaboración propia.....	153

Ilustración 11.2 2. Esquema de funcionamiento del sistema de evaluación. Fuente: Elaboración propia	154
Ilustración 11.2 3. Extracto de la Guía de Soluciones Constructivas en las que se ve el sistema de valoración. Fuente:(Instituto Valenciano de la Construcción 2011)	155
Ilustración 11.5 1 Esquema de ponderación de los indicadores según los CASOS. Fuente: elaboración propia	179
Ilustración 11.6 11.6 2 Datos del elemento constructivo a intervenir que necesarios para la evaluación. Fuente: SESREB.I.C	181
Ilustración 11.6 3. Datos de la solución a evaluar necesarios. Fuente: SESREB.I.C.	182
Ilustración 11.6 4. Otros datos, datos de la solución a evaluar. Fuente: SESREB.I.C.	182
Ilustración 11.7 1 Comparativa de representación gráfica de una misma solución con dos patrones diferentes. Fuente: Elaboración propia	185
Ilustración 11.7 2 Representación gráfica del CASO2_OP_RE con una solución con la máxima puntuación en los indicadores (CAT). Fuente: elaboración propia.....	186
Ilustración 11.7 3. Gráfico de columnas representando los valores de los indicadores REH y ENE. Fuente: Elaboración propia.....	186
Ilustración 12.4 1. Plano de localización de los elementos a intervenir. Fuente: elaboración propia	194
Ilustración 12.4 2. Plano de localización de los elementos a intervenir en el monasterio de la Vid. Fuente: elaboración propia.....	197
Ilustración 12.4 3 Plano de localización de los elementos a intervenir en el monasterio de Santa María la Real. Fuente: elaboración propia	199
Ilustración 12.5 1. Detalle de la instalación de trasdosado en una de las habitaciones a la izquierda y acabado final en el claustro a la derecha. Fuente: Ecoconstrucción(Knauf 2010) y elaboración propia	202
Ilustración 12.5 2. A la izquierda detalle de la carpintería Sistema Cor-70 de “CORTIZO” y a la derecha detalle de la fachada de la Rafa Nadal Academy en Manacor donde se ha instalado este modelo. Fuente: CORTIZO	205
Ilustración 12.5 3 Imagen de la rehabilitación del claustro alto. Fuente: Ecoconstrucción(Knauf 2010)	206
Ilustración 12.5 4. Detalle del suelo técnico instalado en el claustro bajo a la izquierda e infografía del sistema Tecnosol a la derecha. Fuente: elaboración propia y Knauf.	206
Ilustración 12.5 5. Infografía que representa el modo de instalación de la solución. Fuente: Generador de precios.....	208
Ilustración 12.5 6. Infografía del detalle constructivo de la solución. Fuente: Generador de precios	210
Ilustración 12.7 1. Comparativa entre las soluciones 4 y 5 para el monasterio 3. Fuente: SESREB.I.C.....	212
Ilustración 12.7 2. Representación gráfica de los indicadores ENE Y REH de las dos soluciones. Fuente: SESREB.I.C	213
Ilustración 12.7 3. Imagen sacada de la pestaña datos de la solución constructiva 2 en SESREB.I.C Fuente: SESREB.I.C	214
Ilustración 13.2 1 Vista aérea del monasterio. Fuente: Memoria descriptiva del proyecto de rehabilitación	219

Ilustración 13.3 1. Imagen del bajocubierta. Fuente: Memoria del proyecto de rehabilitación	220
Ilustración 13.3 2. Detalle de ventana de buhardillas. Fuente: elaboración propia	220
Ilustración 13.4 1. Ficha individual del Monasterio del Escorial. Fuente: Catálogo bienes protegidos Ayuntamiento de San Lorenzo del Escorial	221
Ilustración 13.4 2. Estado reformado de las cubiertas de uno de los claustros del colegio. Fuente: elaboración propia	222
Ilustración 13.4 3. Detalles de las carpinterías modificadas ya con el nuevo acristalamiento. Fuente: Elaboración Propia	223
Ilustración 13.4 4. Detalle de ventanas en planta tercera que dan al claustro. Fuente: elaboración propia	224
Ilustración 13.5 1 Detalles de la lámina Aisrec A240. Fuente: AISREC.....	225
Ilustración 13.6 1 Datos del elemento constructivo a intervenir cubierta. Fuente: SESREB.I.C.	226
Ilustración 13.6 2. Datos de la solución a evaluar extraídos retejado y AISREIC 204. Fuente: SESREB.I.C.....	227
..... Ilustración 13.6 3. Tabla de otros datos para la solución retejado y AISREC 204. Fuente: SESREB.I.C.....	228
Ilustración 13.6 4. Evaluación de la solución retejado y lámina AISREIC 204. Fuente: SESREB.I.C.	228
Ilustración 13.6 5. Representación gráfica de los indicadores CAT para la solución retejado y lámina ASREIC 204. Fuente: SESREB.I.C	229
Ilustración 13.6 6. Representación gráfica de los indicadores REH y ENE para la solución retejado y AISREIC 204. Fuente: SESREB.I.C.....	230
Ilustración 13.6 7. Datos del elemento constructivo a intervenir carpinterías ventanas buhardillas. Fuente: SESREB.I.C.....	230
Ilustración 13.6 8. Datos de la solución a evaluar cambio de vidrios. Fuente: SESREB.I.C.	231
Ilustración 13.6 9. Tabla otros datos solución cambio de vidrios. Fuente: SESREB.I.C.	231
Ilustración 13.6 10. Evaluación solución cambio de vidrios. Fuente: SESREB.I.C	232
Ilustración 13.6 11. Representación gráfica indicadores CAT solución cambio de vidrios. Fuente: SESREB.I.C.....	232
Ilustración 13.6 12. Representación gráfica indicadores REH y ENE solución cambio de vidrios. Fuente: SESREB.I.C.	233
Ilustración Anexo 2- 1 Monasterio de San Pedro de Rocas (Orense). Fuente: Elaboración propia	270
Ilustración Anexo 2- 2 Iglesia de Santa María de Quintanilla de las Viñas (Burgos). Fuente: Elaboración propia	271
Ilustración Anexo 2- 3. Iglesia de San Salvador de Valdedios (Asturias) Fuente: José Manuel Iglesias Riveiro, Blog Iglesias de Oviedo(Iglesias Riveiro 2014).....	272
Ilustración Anexo 2- 4 Iglesia de San Salvador de Celanova (Orense). Fuente: Elaboración propia	273
Ilustración Anexo 2- 5 Ermita de San Baudelio de Berlanga (Soria). Fuente: Elaboración propia	274
Ilustración Anexo 2- 6 Claustro románico del Monasterio de Santo Domingo de Silos (Burgos). Fuente: Elaboración propia	276

Ilustración Anexo 2- 7 Claustro de los Obispos Monasterio de San Esteban de Ribas de Sil (Orense). Fuente: Elaboración propia	277
Ilustración Anexo 2- 8 Cartuja de Miraflores (Burgos). Elaboración propia	278
Ilustración Anexo 2- 9 Monasterio de Santa María de Guadalupe (Cáceres). Fuente: Elaboración propia	279
Ilustración Anexo 2- 10 Claustro renacentista de la Portería. Monasterio de Santa María de Monte de Ramo (Orense). Fuente: Elaboración propia	280
Ilustración Anexo 2- 11 Monasterio de San Lorenzo del Escorial. Fuente: Elaboración propia	281
Ilustración Anexo 2- 12 Claustro barroco del Monasterio de San Salvador de Celanova (Orense). Fuente: Elaboración propia	282
Ilustración Anexo 2- 13. Restos del claustro neoclásico de Santa María de Meira (Lugo). Fuente: Elaboración propia	283
Ilustración Anexo 2- 14 Colegio de las Madres Teresianas (Barcelona) Fuente: web Barcelona Turisme(web Barcelona Turisme 2017)	284
Ilustración Anexo 3- 1 Fresco de San Norberto en la Abadía de San Severo en Orvieto (Italia) Fuente: Historiograf(Historiograf 2005).....	285
Ilustración Anexo 3- 2 Plano de distribución del monasterio de Sancti Spiritus (Ávila). Fuente: Archivo Histórico provincial de Ávila. Protocolos notariales 438.	290
Ilustración Anexo 3- 3. (Arriba izquierda) Santa María la Real de Aguilar de Campoo. (Arriba derecha) Santa María de Retuerta. (Centro) Santa María de la Vid. (Abajo izquierda) Bellpuig de les Avellanes. (Abajo derecha) Santa María de Bujedo de Campajares. Fuente: Peridis; la Frontera del Duero.com; viajarconarte.blogspot.com; Gaietà Barraquer; Bujedo.com.	291
Ilustración Anexo 3- 4 Plano de las excavaciones arqueológicas realizadas en San Pelayo de Cerrato. Fuente: Arantikos Arqueologos.	292
Ilustración Anexo 3- 5 Espadañas. Aguilar de Campoo. La vid. Retuerta. Fuente: Elaboración propia y Abadía de Retuerta	293
Ilustración Anexo 3- 6 Plantas de las iglesias. (Arriba) Bujedo de Campajares, Santa María de Retuerta y Santa María de Avellanes. (Abajo) Santa María la Real de Aguilar de Campoo y Santa María de la Vid	294
Ilustración Anexo 3- 7 Detalle de la planta baja y alta de la Iglesia de Sancti Spiritus (Ávila). Fuente: Archivo Histórico provincial de Ávila. Protocolos notariales 438.	295
Ilustración Anexo 3- 8. Ábsides de Santa María de la Vid y Bellpuig de les Avellanes. Fuente: Elaboración propia y monestirs.cat.....	296
Ilustración Anexo 3- 9 Claustros. (Izquierda) Santa María de la Vid. (Derecha arriba) Santa María de Retuerta. (Derecha abajo) Santa María de Aguilar de Campoo. Fuente: Elaboración propia	297
Ilustración Anexo 5- 1 Plano de situación del monasterio de la Vid. Fuente: Google maps	303
Ilustración Anexo 5- 2 Ficha catálogo Ayuntamiento de la Vid y Barrios del Monasterio de la Vid. Fuente: Ayuntamiento de la Vid y Barrios	304
Ilustración Anexo 5- 33 Primera página de la ficha de catálogo del monasterio de Santa María la Real de Aguilar de Campoo. Fuente: Ayuntamiento de Aguilar de Campoo.	310
Ilustración Anexo 5- 4 Segunda página de la ficha de catálogo del monasterio de Santa María la Real de Aguilar de Campoo. Fuente: Ayuntamiento de Aguilar de Campoo.	311
Ilustración Anexo 5- 5 Extracto del Plan General de Ordenación Urbana de Aguilar de Campoo. Fuente: Ayuntamiento de Aguilar de Campoo.....	312

Ilustración Anexo 6- 1 Vista exterior de la Abadía de Retuerta. Fuente: Elaboración propia ..	319
Ilustración Anexo 6- 2 La abadía en la época ganadera. Fuente: La Abadía de Retuerta	320
Ilustración Anexo 6- 3 Planta Abadía de Retuerta época monacal. Fuente: La frontera del Duero	321
Ilustración Anexo 6- 4 Plano de distribución actual planta baja. Fuente: Proyecto Marco Serra	321
Ilustración Anexo 6- 5 Iglesia tras la restauración. Fuente: Elaboración propia	322
Ilustración Anexo 6- 6 Iglesia antes de restauración. Fuente: La Abadía de Retuerta	322
Ilustración Anexo 6- 7 Sala capitular tras la rehabilitación. Fuente: Elaboración propia	323
Ilustración Anexo 6- 8 Sala capitular antes de la rehabilitación. Fuente: La Abadía de Retuerta	323
Ilustración Anexo 6- 9 Refectorio tras la rehabilitación. Fuente: Elaboración propia	323
Ilustración Anexo 6- 10 Refectorio antes de la Rehabilitación. Fuente: Abadía de Retuerta...	323
Ilustración Anexo 6- 11 Estado actual del claustro. Fuente: Elaboración propia	324
Ilustración Anexo 6- 12 Entrada Sala Capitular estado actual. Fuente: elaboración propia.....	325
Ilustración Anexo 6- 13 Panda Sur estado actual. Fuente: elaboración propia	325
Ilustración Anexo 6- 14 Panda este antes de la rehabilitación. Fuente: Abadía de Retuerta...	325
Ilustración Anexo 6- 15 Ábside de la Iglesia en la actualidad. Fuente: elaboración propia.....	326
Ilustración Anexo 6- 16 Detalle del Ábside de la iglesia antes de la rehabilitación. Fuente: Abadía de Retuerta	326
Ilustración Anexo 6- 17 Fachada principal actualidad. Fuente: elaboración propia.....	326
Ilustración Anexo 6- 18 Aspecto de la fachada principal previa a la rehabilitación. Fuente: Fundación Joaquín Díaz.....	326
Ilustración Anexo 6- 19 Fachada Sur Monasterio de Santa María de la Vid. Fuente: elaboración propia	327
Ilustración Anexo 6- 20 Plano de planta actual del Monasterio de la Vid. Fuente: Fundación Santa María la Real.....	328
Ilustración Anexo 6- 21 Vista exterior de la iglesia a la izquierda y del interior a la derecha. Fuente: elaboración propia.....	329
Ilustración Anexo 6- 22 Restos románicos de la primitiva sala capitular. Fuente: elaboración propia	330
Ilustración Anexo 6- 23 Refectorio del monasterio de la Vid en la actualidad. Fuente: Monasterio de la Vid	330
Ilustración Anexo 6- 24 Vista interior del claustro bajo. Fuente: elaboración propia	331
Ilustración Anexo 6- 25. Vista exterior del claustro. Fuente: elaboración propia	332
Ilustración Anexo 6- 26. Fachada oeste del Monasterio de la Vid. Fuente: elaboración propia	333
Ilustración Anexo 6- 27 Claustro de la hospedería. Fuente: elaboración propia	334
Ilustración Anexo 6- 28 Vista del monasterio desde la Hospedería. Fuente: elaboración propia	335
Ilustración Anexo 6- 29 Vista del monasterio desde Peña Longa 1908. Fuente: Col. Sanz (Matesanz Vera 1994)	335
Ilustración Anexo 6- 30 Plano de los trabajos arqueológicos. Fuente: (Matesanz Vera 1994)	336
Ilustración Anexo 6- 31 Imagen desde el crucero antes de la demolición del coro. Fuente: Archivo Mas (Matesanz Vera 1994)	337

Ilustración Anexo 6- 32 Imagen desde el crucero en la actualidad. Fuente: elaboración propia	337
Ilustración Anexo 6- 33. Entrada a la Sala Capitular desde el claustro. Fuente: elaboración propia	338
Ilustración Anexo 6- 34. Estado actual del refectorio. Fuente: elaboración propia	339
Ilustración Anexo 6- 35 Claustro antes de la intervención de 1955. Fuente: Fundación Santa María la Real.....	340
Ilustración Anexo 6- 36 Claustro durante la intervención de Arenillas. Fuente: Caballero Zoreda (Matesanz Vera 1994)	340
Ilustración Anexo 6- 37 Vista del claustro actual desde planta alta. Fuente: elaboración propia	340
Ilustración Anexo 6- 38 Vista del claustro actual desde planta baja. Fuente: elaboración propia	340
Ilustración Anexo 6- 39. Vistas de la zona bajocubierta de la Iglesia. Fuente: elaboración propia	341
Ilustración Anexo 6- 40 Fachada oeste del monasterio. Elaboración propia.....	341
Ilustración Anexo 6- 41 Fachada este del monasterio. Fuente: elaboración propia	341
Ilustración Anexo 6- 42 Fachada de la hospedería. Fuente: elaboración propia.....	342
Ilustración Anexo 6- 43 Fachada oeste. Detalle de la chimenea de la cocina. Fuente: elaboración propia	342

